


INVESTIGACION  
CIENCIA

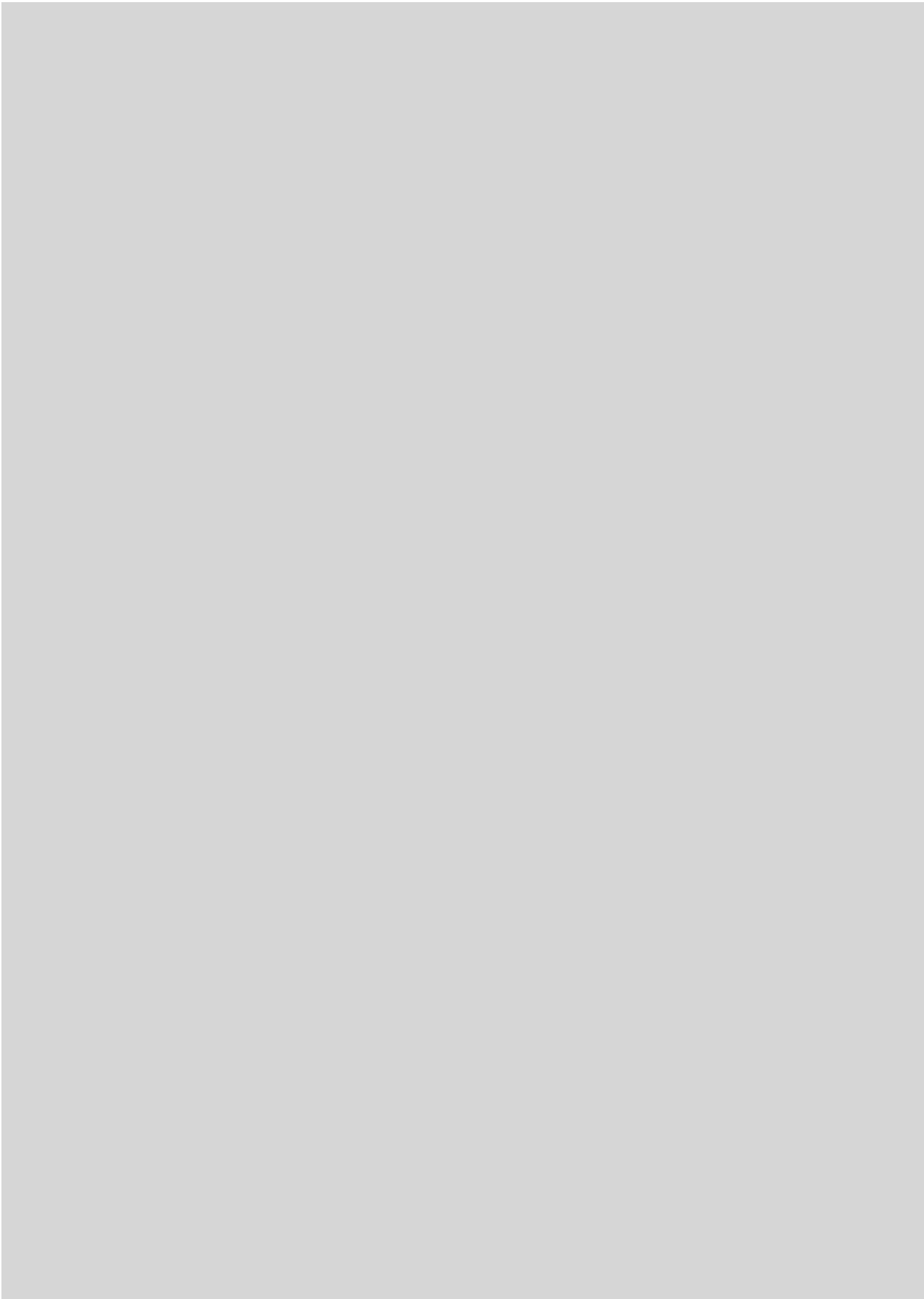
# Mente y cerebro

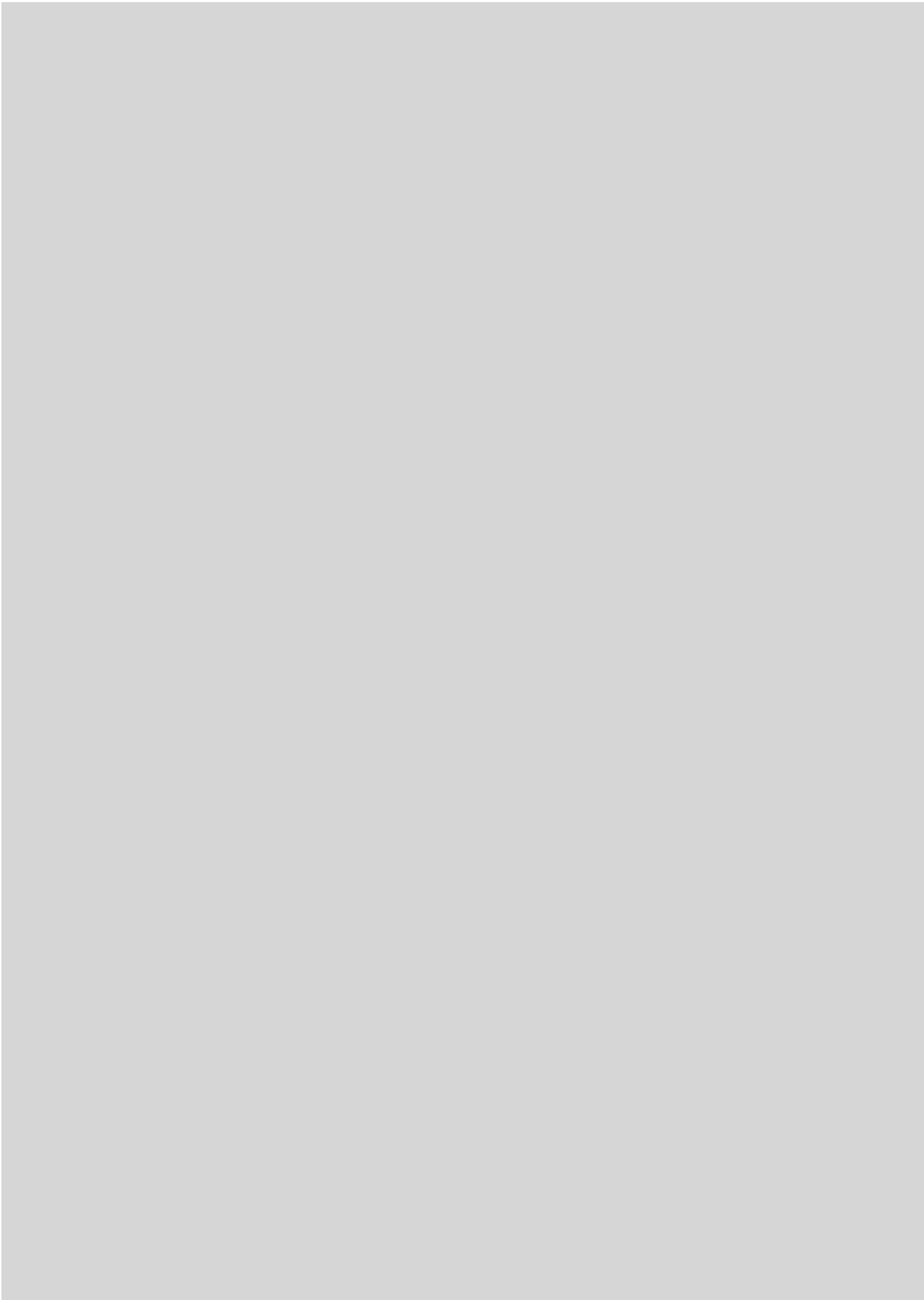
- 
- A man with dark hair and a serene expression is sitting in a meditative lotus position. He is shirtless, wearing only white dhotis. He is sitting on a large, rectangular mat made of many thin, sharp metal nails pointing upwards. The background is a solid blue color. The man's hands are resting on his knees in a mudra.
- **Jean Martin Charcot**
  - **Corteza visual primaria**
  - **Personalidad múltiple**
  - **Arte en la enfermedad de Alzheimer**
  - **Percepción e interacción sensorial**
  - **Pensar a la manera asiática**

## Origen del dolor

1er trimestre 2004







# SUMARIO

Enero de 2004  
Nº 6



## Origen del dolor

### 20 El origen del dolor

*Burkhardt Bromm*

Da igual que la espalda se desgarte, la cabeza martillee o se pinche la pantorrilla; el dolor nace siempre en el cerebro. El dolor es algo más que una mera experiencia somática. Al tiempo que despierta sensaciones, sucumbe a la fuerza controladora de la mente.

### 28 Migrañas

*Hartmut Göbel y Axel Heinze*

Determinadas mutaciones pueden llevar a una inflamación dolorosa de las meninges.

### 10 Estructura y organización de la corteza visual primaria

*Facundo Valverde*

La corteza visual primaria es el resultado de un lento proceso evolutivo que ha dado lugar a una de las estructuras más elaboradas dentro de la corteza cerebral.

### 30 Personalidad múltiple

*Ursula Gast*

En situaciones comprometidas, las personas ejecutan un plan de urgencia. Sin embargo, algunas pierden el control del mecanismo de autodefensa.

### 34 Arte en la enfermedad de Alzheimer

*Konrad y Ulrike Maurer*

Carolus Horn: sus ilustraciones abren una senda poco habitual hacia la vida interior de una persona afectada.

### 42 Detección de feromonas

*Didier Trotier y Kjell Døving*

Mediante su órgano vomeronasal, los mamíferos analizan las sustancias biológicas emitidas por sus congéneres. La activación de este órgano provoca en ocasiones unas reacciones fisiológicas que favorecen la reproducción. En la especie humana, el órgano vomeronasal no cumple ninguna función.

### 70 Percepción e interacción sensorial

*Thomas Mergner y Georg Schweigart*

El ser humano descifra su genoma y conquista el universo, pero todavía no ha comprendido realmente por qué puede andar erguido. Depende de la armonía de los sentidos el que seamos capaces de controlar nuestros movimientos.

## 76 ¿Qué es pensar?

*Kai Vogelely y Albert Newen*

Cuanto más se profundiza en los secretos de la conciencia tanto más se tambalea nuestra autognosis. ¿Cómo sabemos de verdad que pensamos nuestros propios pensamientos y no tal vez los pensamientos de otros?

## 84 Pensar a la manera asiática

*Ulrich Kühnen*

Durante mucho tiempo, los psicólogos partieron de la base de que los procesos fundamentales del pensamiento eran iguales en todos los humanos. Pero nuestro trasfondo cultural no sólo determina qué pensamos, sino también cómo lo pensamos.

## 89 Razón y conjetura

*Bas Kast*

Creemos conocer siempre los motivos de nuestras acciones. La verdad es otra. Inventamos justificaciones más o menos plausibles y acordes con cada circunstancia para explicar un comportamiento.



INGRAM PINK

## SECCIONES

### ENCEFALOSCOPIO

- 5** Timidez en la amígdala. Síndrome de Rett. Reiniciación. A igual trabajo, igual salario. Llorar. Parkinson. La regla de la orientación.

### RETROSPECTIVA

- 7** **Jean Martin Charcot (1825-1893)**  
Del estudio anatomoclínico de la histeria al planteamiento de su psicogenia.

### ENTREVISTA

- 50** **Theo Knicker: "Todos sentimos la tentación de cultivar exclusivamente nuestra pequeña y acotada parcela de responsabilidad"**  
Hay muchas metáforas para lo mismo: dominar los bajos instintos, superarse a sí mismo, ayudar a los demás... Pero, ¿cómo me puedo motivar a mí mismo y a otros de manera óptima?

### MENTE, CEREBRO Y SOCIEDAD

- 54** Prosopagnosia. El éxito de la mujer varonil. Max. Intuición e inversión en bolsa. Neurología de la decisión. En el cerebro del criminal.

### SYLLABUS

- 92** **Ir por separado, codificar unidos**  
A menudo, las neuronas procesan, agrupadas, los estímulos.

### LIBROS

- 94** **Aprendizaje y memoria**

### ENSAYO FILOSÓFICO

- 96** **La res cogitans en Descartes**

# Mente y cerebro

**DIRECTOR GENERAL**

José M.<sup>a</sup> Valderas Gallardo

**DIRECTORA FINANCIERA**

Pilar Bronchal Garfella

**EDICIONES**

Juan Pedro Campos Gómez  
Laia Torres Casas

**PRODUCCIÓN**

M.<sup>a</sup> Cruz Iglesias Capón  
Bernat Peso Infante

**SECRETARÍA**

Purificación Mayoral Martínez

**ADMINISTRACIÓN**

Victoria Andrés Laiglesia

**SUSCRIPCIONES**

Concepción Orenes Delgado  
Olga Blanco Romero

**EDITA**

Prensa Científica, S. A. Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup>  
08021 Barcelona (España)  
Teléfono 934 143 344 Telefax 934 145 413  
www.investigacionyciencia.es

## Gehirn & Geist

**CHEFREDAKTEUR:**

Dr. habil. Reinhard Breuer (v.i.S.d.P.)

**STELLV. CHEFREDAKTEUR/LEITER PRODUKTENTWICKLUNG:**

Dr. Carsten Könneker

**REDAKTION: Dr. Katja Gaschler,**

Dr. Hartwig Hanser (freiber.)

**STANDIGER MITARBEITER:**

Hermann Englert

**SCHLUSSREDAKTION:**

Christina Peiberg, Katharina Werle

**BILDREDAKTION:**

Alice Krüßmann

**ART DIRECTOR/LAYOUT:**

Karsten Kramarczik

**REDAKTIONSASSISTENZ:**

Eva Kahlmann, Ursula Wessels

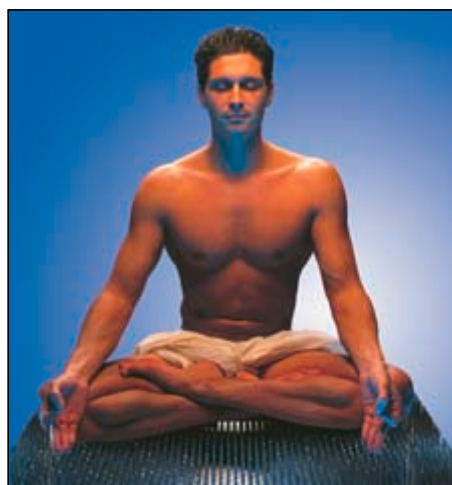
**GESCHÄFTSLEITUNG:**

Dean Sanderson, Markus Bossle

## COLABORADORES DE ESTE NUMERO

**ASESORAMIENTO Y TRADUCCIÓN:**

IGNACIO NAVASCUÉS: *El origen del dolor y Arte en la enfermedad de Alzheimer*; JUAN ACORDAGOICOECHEA: *Migrañas, Prosopagnosia, Percepción e interacción sensorial, ¿Qué es pensar? y Pensar a la manera asiática*; ANGEL GONZÁLEZ DE PABLO: *Personalidad múltiple y En el cerebro del criminal*; JOSÉ CHABÁS: *Detección de feromonas*; JUAN AYUSO: *Entrevista, El éxito de la mujer varonil, Intuición e inversión en bolsa, Neurología de la decisión y Razón y conjetura*; ALEX SANTATALA: *Max y Syllabus*.



**Portada: MAURITIUS**

## DISTRIBUCION

**para España:**

**LOGISTA, S. A.**

Aragoneses, 18  
(Pol. Ind. Alcobendas)  
28108 Alcobendas (Madrid)  
Tel. 914 843 900

**para los restantes países:**

**Prensa Científica, S. A.**

Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup>  
08021 Barcelona  
Teléfono 934 143 344

## PUBLICIDAD

GM Publicidad  
Edificio Eurobuilding  
Juan Ramón Jiménez, 8, 1.<sup>a</sup> planta  
28036 Madrid  
Tel. 912 776 400 - Fax 914 097 046

Cataluña:  
QUERALTO COMUNICACION  
Julián Queraltó  
Sant Antoni M.<sup>a</sup> Claret, 281 4.º 3.<sup>a</sup>  
08041 Barcelona  
Tel. y fax 933 524 532  
Móvil 629 555 703

Copyright © 2003 Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, D-69126 Heidelberg

Copyright © 2004 Prensa Científica S.A. Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup> 08021 Barcelona (España)

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción en todo o en parte por ningún medio mecánico, fotográfico o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado, sin la previa autorización escrita del editor de la revista.

ISSN 1695-0887

Dep. legal: B. 39.017 – 2002

Imprime Rotocayfo-Quebecor, S.A. Ctra. de Caldes, km 3 - 08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)

Printed in Spain - Impreso en España



## ENCEFALOSCOPIO

### Timidez en la amígdala

Para descubrir la huella cerebral de la timidez, Carl Schwartz y su equipo, del Hospital de Charlestown, en el estado de Massachusetts, idearon el experimento siguiente. Mostraron a los voluntarios fotografías de rostros desconocidos y de otros que les resultaran familiares, mientras observaban la reacción del cerebro. ¿Qué han hallado? Los individuos cuyo complejo amigdalino reaccionaba intensamente ante los rostros

desconocidos habían sido, en su infancia, unos niños retraídos; extrovertidos, los que apenas modificaban el estado de esa estructura cerebral. Los niños inhibidos huían de la compañía de otros niños y recelaban de actividades novedosas de introducirse en lugares ignotos. Los extrovertidos, por el contrario, les atraía la novedad más allá de toda prudencia. Por eso, concluyen los investigadores, los niños tímidos muestran, andando el tiempo, un complejo amigdalino hiperactivo ante lo desconocido e, hipoactivo, los niños desinhibidos.

### Síndrome de Rett

Una de las principales causas de retraso mental femenino, el síndrome de Rett se numera entre las enfermedades neurodegenerativas de origen genético; se origina en una mutación de una proteína codificada por un gen del cromosoma X. Los síntomas aparecen entre el primer y el segundo año de vida; toman la forma de un retardo del desarrollo psicomotor, con un desinterés creciente por el entorno y el juego. A esos indicios se suman los primeros movimientos estereotipados de las manos, en razón de los cuales se conoce también este síndrome por “enfermedad de las manos lavadas”. Se progresa en su conocimiento molecular. De acuerdo con los resultados obtenidos recientemente por investigadores del Hospital Pediátrico de Boston y el Instituto Whitehead de Investigaciones Biomédicas, empezamos a saber que la mutación responsable impediría que la proteína desarrollara su función propia; a saber: reprimir la actividad de un gen que, sin ese freno, se torna sumamente activo.



### Reiniciación

A la metáfora del computador, tan socorrida cuan limitada en los estudios cerebrales, le ha salido un imprevisto avallador. Lo mismo que el bloqueo del ordenador nos obliga a pulsar el reiniciador (“reset”), la hiperactividad de la neurona se toma un respiro para volver a empezar. El interruptor en cuestión lo han descubierto neurobiólogos de la Universidad de Durham; constituye un mecanismo en virtud del cual la

neurona intensifica o relaja su sensibilidad ante los estímulos procedentes de la célula con la que se encuentra en contacto. Tal “plasticidad homeostática”, de cuya posibilidad se venía hablando hace tiempo, resulta decisiva para que el cerebro se adapte a los cambios continuos del entorno. El aumento persistente de la actividad a lo largo de una vía nerviosa determinada podría agotar la capacidad de respuesta de una célula y bloquear el circuito. En ese mecanismo se hallarían implicados los receptores sinápticos del neurotransmisor NMDA.

## A igual trabajo, igual salario

**D**urante la evolución de la cooperación pudiera resultar decisivo para los individuos comparar sus propios trabajo y retribución con los de otros. Podrían darse reacciones negativas cuando se violan las expectativas. Una teoría propone que la aversión a la desigualdad explica la cooperación humana dentro de los límites del modelo de elección racional y pudiera ser más inclusiva que las explicaciones anteriores. Aunque existe una variación cultural sustancial en sus pormenores, este sentido del juego limpio es probablemente un universal humano, que se ha demostrado predomina en una amplia variedad de circunstancias. Sin embargo, no somos los únicos animales cooperadores, y, por tanto, la aversión a la desigualdad podría no ser exclusiva del hombre. Muchas especies no humanas que son altamente cooperativas parecen guiarse por un conjunto de expectativas en torno al resultado de la cooperación y la división de los recursos. Sarah P. Brosnan y Frans B. M. De Waal, del Centro Yerkes de Investigaciones Primatológicas, han demostrado que un primate no humano, el mono capuchino pardo (*Cebus apella*), responde negativamente a la distribución desigual de las recompensas. Los monos rechazaban participar en el ensayo si observaban que su compañero recibía una recompensa más atractiva por la misma tarea, un efecto que se intensificaba notablemente si tal recompensa mejor correspondía a quien no había hecho ningún esfuerzo.

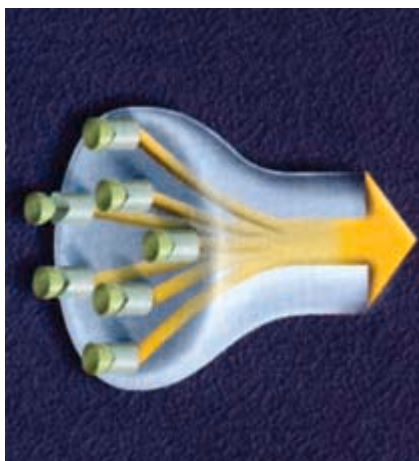
Mono capuchino pardo



## Llorar

**¿S**ólo lloran los humanos? Al menos son los únicos primates que sepamos derraman lágrimas. Pero si extendemos la definición de llanto a los gritos de aflicción, entonces hay que incluir a los primates. Puesto que las emociones muestran profundas raíces cerebrales, podría ampliarse el con-

cepto para que diera cobijo a todos los mamíferos. Pero creen muchos que eso es llevar las cosas demasiado lejos. Incluso entre los primates, y en aras de la precisión, prefieren sustituir el término llanto por una aproximación más ajustada; así, un primate joven que ha perdido el contacto con su madre no lloraría, sino que produciría "una llamada de separación", lo que, en comportamiento animal, no constituye ningún truísmo.



## Parkinson

**L**a enfermedad de Parkinson, que afecta a millones de personas en todo el mundo y va asociada a pérdida de neuronas con dopamina, se caracteriza por trastornos progresivos de la motricidad. Los movimientos se tornan cada vez más lentos y limitados. La parálisis amenaza al final del trayecto. Para remediarlo se venía aplicando un estímulo continuo en el núcleo subtalámico, que produce resultados espectaculares en las formas más graves de la enfermedad, como una decidida atenuación de la aquinesia y rigidez. La estimulación profunda se extendió luego al tratamiento de las distonías generalizadas; hoy se encuentra en fase de experimentación para los trastornos obsesivo-compulsivos. Hasta ahora, sin embargo, se desconocía el mecanismo de acción. Unos creían que la estimulación reducía las neuronas al silencio; otros, que las activaba. Dos investigaciones, sin embargo, acaban de arrojar luz sobre el proceso: se trata de un efecto combinado. Las neuronas, primero, se silencian; luego, se reactivan según nuevas modalidades.

Neurona con dopamina y sus receptores

## La regla de la orientación

**S**egún parece bastante establecido, entre las diferencias vinculadas al sexo, los hombres poseen un sentido de la orientación más desarrollado que las mujeres. David Widman, de la Universidad de Juniata en Pennsylvania, ha mostrado que se trata de una cuestión hormonal. En período

menstrual, las mujeres tardan una vez y media más que los varones en salir de un laberinto representado en la pantalla de un ordenador. Ese lapso se dobla cuando se encuentran en período preovulatorio. La concentración de estrógenos en el cerebro es entonces muy superior. Pero se desconoce el mecanismo en virtud del cual esas moléculas influyen en la orientación.



## RETROSPECTIVA

# Jean Martin Charcot (1825-1893)

Del estudio anatomoclínico de la histeria  
al planteamiento de su psicogenia

José María López Piñero

Nacido en París, Charcot sintió inclinación a la medicina desde la adolescencia, aunque también tenía gran afición por la pintura, para la que estaba muy dotado. Decidió finalmente ser médico, llegando a *interne des hôpitaux* en 1848. Durante nueve años trabajó en el servicio del Hospital de la Salpêtrière dirigido por Pierre F. O. Rayer, el gran estudioso de las enfermedades renales que asoció la línea más exigente del método anatomoclínico con la investigación microscópica y química. Doctorado en 1853 con una tesis sobre la artritis deformante, obtuvo tres años más tarde el título de *médecin des hôpi-*

*taux* y en 1862 volvió a la Salpêtrière como director de uno de sus servicios, que convirtió en el primero de neurología clínica moderna: introdujo el uso sistemático de la termometría, la oftalmoscopia y el electrodiagnóstico, montó un laboratorio histopatológico, un gabinete fotográfico, una sección de oftalmología y, por último, tres años antes de su muerte, un laboratorio de psicopatología.

Paralelamente creció su prestigio como profesor, hasta ser una de las “glorias oficiales” de la medicina y, en general, de la cultura francesa. En 1872 fue nombrado profesor de anatomía patológica de la facultad de medicina de París y diez años después fue creada para él la primera cátedra de neurología clínica

que hubo en el mundo. A sus lecciones, sobre todo a las que daba los martes por la mañana (las célebres *Leçons du mardi*), no sólo asistían numerosos médicos franceses y extranjeros, sino muchas personas ajenas a la medicina, entre ellas, celebridades de las letras, la ciencia o la política.

### El estudio anatomoclínico de las enfermedades nerviosas orgánicas y de la histeria

Charcot fue autor de una amplísima obra, a la que hay que añadir la gran cantidad de publicaciones de sus colaboradores y discípulos. El primer período de su actividad científica estuvo principalmente dedicado a las enfermedades geriátricas y crónicas, temas sobre los que realizó aportaciones que hubieran bastado para asegurarle un notable puesto en la medicina de la época. Sin embargo, la par-

**1. FASES TRISTE Y ALEGRE** en el período de las “actitudes pasionales” del “gran ataque histerico”. Aguafuerte de Paul Richer (1881).



te de su obra más importante desde todos los puntos de vista fue la relativa a las enfermedades del sistema nervioso. Aunque incorporó, como hemos dicho, las nuevas técnicas de laboratorio, su método continuó basándose en los supuestos anatomoclínicos. Se trataba, en primer término, de describir cuadros clínicos típicos y regulares, invariables en cualquier circunstancia, por estar sometidos a condicionamientos orgánicos constantes. En segundo lugar, había que explicar los fenómenos de tales cuadros clínicos por medio de las lesiones anatómicas localizadas que les servían de base. Los lazos de unión entre la clínica y los datos lesionales eran, por supuesto, los signos anatomopatológicos, hechos objetivos que el médico podía recoger en el cuerpo del paciente como señales ciertas de las alteraciones morfológicas subyacentes y como fundamento firme de la regularidad y carácter típico del cuadro descrito.

En el terreno de las enfermedades orgánicas del sistema nervioso, los resultados que obtuvo con este método constituyen un capítulo clásico de la patología

## 2. CONTRACTURA HISTERICA.

Ilustración de *Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière* (1891).

y la clínica. Describió y localizó los trastornos resultantes de las lesiones de los centros motores de la corteza cerebral. Redujo el temblor a un síntoma, distinguiendo el propio de la parálisis agitante del “intencional” que aparece en la esclerosis múltiple. Hizo un completo estudio de esta última afección, así como de la esclerosis lateral amiotrófica, que diferenció de la atrofia muscular progresiva, la poliomielitis y la tabes dorsal. Prestó particular atención a la iconografía neurológica, mediante fotografías y dibujos aparecidos en sus obras y en las series *Iconographie photographique* (1877-1880) y *Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière* (1888-1891). Se preocupó incluso de recoger la correspondiente a la historia del arte en dos libros y varios artículos en colaboración con su discípulo Paul Richer, que era un gran dibujante.



Por el contrario, las características de la histeria parecían desafiar todos sus principios metodológicos. El enfrentamiento de la mentalidad anatomoclínica con las neurosis había sido hasta entonces un rotundo fracaso. Sobre todo la histeria, la *grande névrose*, no había podido ser reducida a un cuadro clínico típico y regular. Se presentaba con una fenomenología proteiforme, irreducible a leyes orgánicas e indiferenciable de algunos padecimientos neurológicos y también de meras simulaciones. Habían fracasado, además, todos los intentos de encontrar una lesión anatómica localizada que le sirviera de base. Resulta lógico que Charcot se propusiera acabar con una situación tan poco satisfactoria. Sus importantes hallazgos le animaban a ello y así lo exigía su propio servicio hospitalario, en el que se reunían histéricos y enfermos neurológicos, muchos de ellos epilépticos. Por consiguiente, durante un cuarto de siglo (1868-1893), Charcot y sus discípulos aplicaron estrictamente los postulados del método anatomoclínico al estudio de la histeria. Con la finalidad de caracterizar sus cuadros clínicos, reunieron un amplio número de



3. ESTUDIO DE UNA ENDEMONIADA según un cuadro de Rubens. Litografía de J. M. Charcot y P. Richer, *Les démoniaques dans l'art* (1887).



signos (trastornos de la sensibilidad, contracturas, “estigmas”, etc.), que utilizaron para describir la “histeroepilepsia” como su manifestación convulsiva más desarrollada y las fases del “gran ataque histerico” (pródromos, “epileptoide”, “contorsiones y los grandes movimientos”, “actitudes pasionales” y período terminal con delirios y alucinaciones). Aceptaron la inexistencia de lesiones anatómicas visibles, pero intentaron salvar el criterio localista y morfológico, recurriendo al postulado de una “lesión dinámica” de carácter fugaz, como razón de la semejanza de los síntomas de la histeria con los fenómenos neurológicos orgánicos (“neuromimesis”).

### El hipnotismo, modelo para el análisis de las “neurosis espontáneas”

En el curso de sus estudios en torno a la histeria, Charcot se interesó por el hipnotismo, que llegó a calificar de “mina preciosa que han de aprovechar tanto el fisiólogo y el psicólogo como el médico”. Sin embargo, los resultados que esperaba obtener no eran de carácter terapéutico. Tituló su primer trabajo sobre el tema *Catalepsie et somnambulisme hystériques provoqués* (1878) porque lo consideraba una “neurosis provocada” que podía servir de modelo para el análisis de las “neurosis espontáneas”.

Aplicando el mismo método que a la histeria, recogió “signos objetivos” en los hipnotizados con las técnicas de exploración neurológica habituales en la Salpêtrière. En 1881 publicó, en colaboración con Richer, una extensa monografía en la que presentó como signo característico de la “letargia histerica provocada o hipnotismo” la hiperexcitabilidad neuromuscular resultante de un mecanismo reflejo alterado a partir de una modificación localizada del sistema nervioso central, cuya vía centrípetas eran los nervios sensitivos cutáneos. Con la finalidad de describir “cuadros típicos y regulares”, sometidos a leyes determinadas, que superasen el desorden aparente de los fenómenos hipnóticos, comenzó estudiando sus formas más claras y desarrolladas (*grand hypnotisme*), obtenidas en hísticas graves: “El hipnotismo considerado en su tipo de perfecto desarrollo, tal como se presenta frecuentemente en mujeres histeroepilépticas —dijo en una comunicación a la Academia de Ciencias de París (1882)—, comprende varios estados nerviosos, cada uno de los cuales se distingue por una sintomatología peculiar. Según mis observaciones, estos estados nerviosos son tres: 1º, el estado cataléptico;

2º, el estado letárgico; y 3º el estado sonambúlico. Puede también provocarse sucesivamente en el curso de una sola observación de un mismo paciente, en órdenes distintos según el deseo del observador”.

Conviene destacar que, durante esta etapa, Charcot y sus discípulos se refirieron a la sugestión como un síntoma más del hipnotismo, que se presentaba en las fases sonambúlica y cataléptica, mientras que era “prácticamente imposible” en la letárgica. La sugestión no desempeñaba función alguna en los “modos de producción” de la hipnosis. La acción de las luces vivas, los ruidos, la fijación de la mirada, los pases, etc. podía ser explicada como un mecanismo reflejo. Para esta interpretación planteaba grandes dificultades la sugestión verbal, precisamente el método que Hippolite-Marie Bernheim situó en primer plano al criticar las doctrinas de Charcot sobre la histeria y el hipnotismo, principalmente en sus libros *De la suggestion et ses applications à la thérapeutique* (1886) e *Hypnotisme, suggestion, psychothérapie* (1891).

### El enfrentamiento de Charcot con la crítica de Bernheim y la noción de psicogenia

Desde 1885 Charcot se vio obligado a plantearse la importancia que podía tener la sugestión en su teoría sobre la “neurosis hipnótica”. El punto de partida fue una digresión acerca de este tema en una de sus lecciones sobre las “parálisis histero-traumáticas”, afecciones que luego situó en primer plano, como puede seguirse a través del tercer volumen de sus *Leçons sur les maladies du système nerveux* (1887). Intentó analizar la patogenicia, provocándolas artificialmente en sujetos hipnotizados. Lo primero que hizo fue reproducir “experimentalmente” el cuadro clínico de dos casos de “monoplejía braquial traumática” en una paciente hística hipnotizada. No consideraba que la correspondencia se limitase a la fenomenología clínica, sino que lo que precisamente le interesaba es que “la semejanza entre los dos grupos de casos que comparamos se completa... bajo la relación patogénica”. Ambos grupos eran “parálisis psíquicas”, parálisis “dependientes de una idea”, lo que le condujo a reconsiderar el mecanismo mediante el cual puede actuar una idea sugerida en un sujeto hipnotizado. Dicho mecanismo, conforme a su método, serviría para aclarar el correspondiente a las parálisis hísticas traumáticas. Dio un paso decisivo al plantearse explícitamente la aclaración patogénica de este tipo de



### 4. SUGESTION HIPNOTICA.

Aguafuerte de Paul Richer (1881).

parálisis, tal como dijo su discípulo Freud a partir de 1893: “Charcot ha sido el primero en enseñarnos que para la explicación de las neurosis hística es preciso recurrir a la psicología”. Sin embargo, no hay que olvidar que sus explicaciones psicogénicas corresponden a una “psicología sin sujeto”, según la cual las “ideas” actúan sobre el organismo a través de un mecanismo determinista. Por ello, no debe extrañar que siguiera creyendo que las “parálisis psíquicas” se producen de acuerdo con las leyes fisiológicas de la neurología orgánica, es decir, según la distribución y conexión de los respectivos aparatos de inervación. Cuando Freud criticó precisamente este último punto — como también Bernheim de forma sólo inicial —, poniendo de relieve que las parálisis psíquicas no seguían tal distribución real sino la imagen que el propio enfermo tenía de la misma, se planteó “la introducción del sujeto” en la patología. Para llevarla a cabo fue necesario recurrir a una “psicología con sujeto”, distinta del limitado asociacionismo utilizado por Charcot, labor que realizaron, entre otros, Pierre Janet y el propio Freud, partiendo de modo inmediato de la obra del maestro de la Salpêtrière.

# Estructura y organización de la corteza visual primaria

La corteza visual primaria es el resultado de un lento proceso evolutivo que ha dado lugar a una de las estructuras más elaboradas dentro de la corteza cerebral. Alcanza en los primates su mayor complejidad

Facundo Valverde

**T**odos los sentidos poseen una representación en la corteza cerebral. La representación será más o menos extensa de acuerdo con ciertas especializaciones adquiridas a lo largo de la evolución. Desde el sentido del olfato hasta el de la vista, cada modalidad sensorial tiene asignado su propio territorio cortical. Estas zonas, llamadas áreas corticales de recepción primaria, mantienen una localización bastante constante en todos los mamíferos.

Además de las áreas sensoriales primarias, la corteza cerebral posee múltiples áreas secundarias y de asociación, en donde cada modalidad sensorial se elabora en complejas respuestas de aprendizaje, memoria y comportamiento.

En el hombre, la corteza visual primaria representa aproximadamente el 4 % de la superficie del cerebro. La estructura de la corteza visual primaria es el resul-

tado de un lento proceso evolutivo hacia una complejidad creciente. La organización intrínseca de la corteza visual primaria (corteza estriada, área 17 de Brodmann o área V1) alcanza, probablemente en primates, su mayor complejidad.

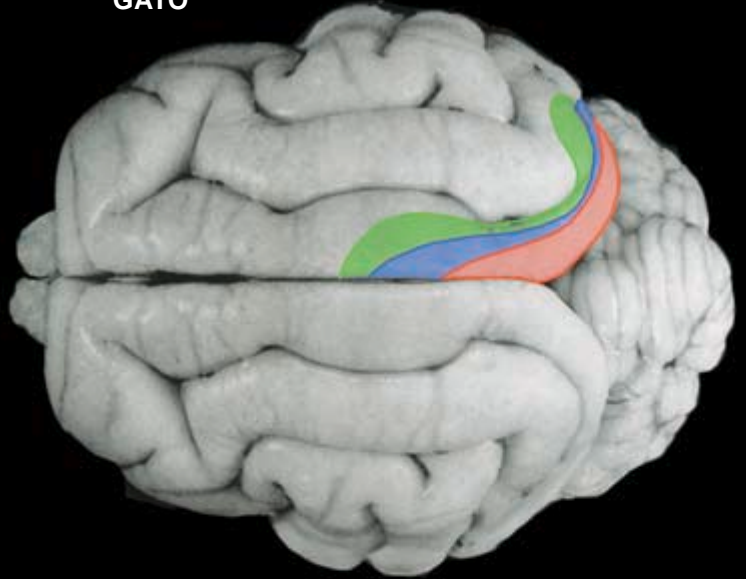
La vía visual primaria está formada por axones de células ganglionares de la retina que conectan con neuronas específicas del núcleo geniculado lateral, cuyas neuronas se proyectan directamente a la corteza visual primaria. Esta vía retino-genículo-cortical se halla, al parecer, modulada para extraer y codificar información visual relativa a la forma, movimiento, color y contraste. Al ser responsable de la percepción consciente, su daño produce ceguera completa.

La corteza visual primaria, lo mismo que el resto de las áreas del neocórtex, exhibe una estructura laminar. Se distinguen seis capas, numeradas de I a VI, desde la superficie hasta la sustancia blanca subyacente. Los elementos que

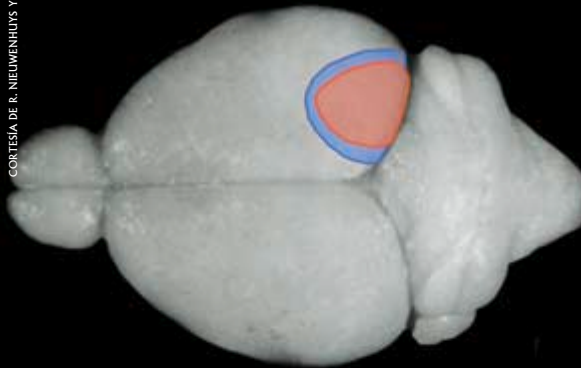
integran cada capa presentan características estructurales que se repiten en todas las áreas corticales de todos los mamíferos.

Sin embargo, como adelantara Rafael Lorente de Nó, cada región cortical presenta rasgos estructurales diferentes, lo que hace imposible la descripción de un patrón único, so pena de incurrir en una simplificación extrema. Además, cada capa cortical posee su propia individualidad, otorgada por las distintas variedades celulares y por sus conexiones, lo que no obsta para que se halle en íntima relación con los componentes de las otras capas en un conjunto armónico. En el marco de esa idea de interrelación armónica se han desarrollado los modernos conceptos de operación modular de la corteza cerebral. De ese modo, la corteza se contempla como una organización funcional de grupos neuronales verticalmente ensamblados en torno a un eje central, representado por las fibras aferentes corticales.

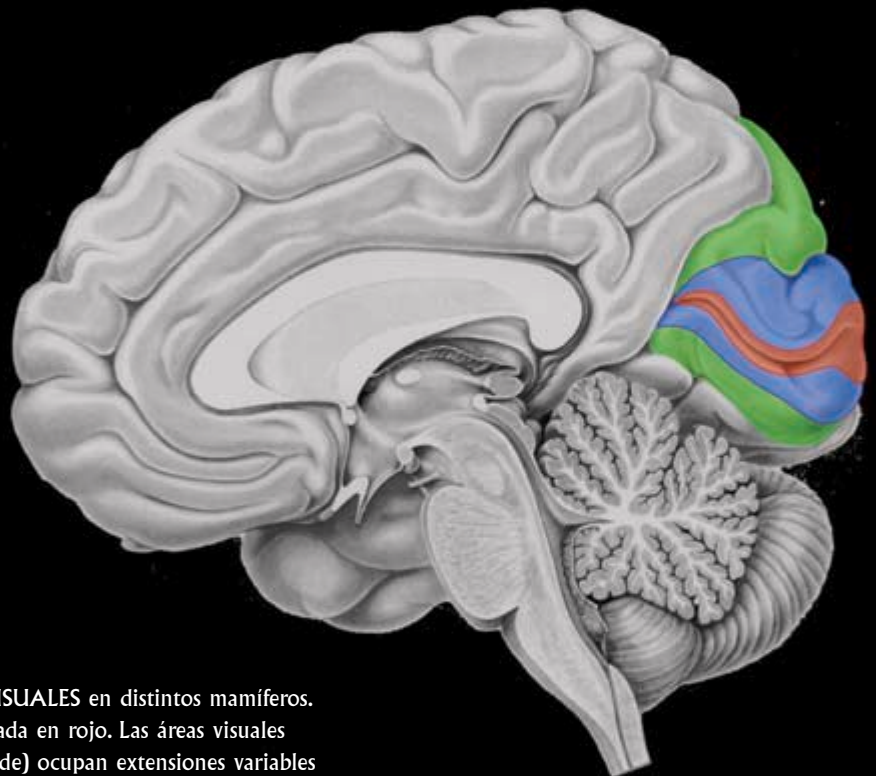
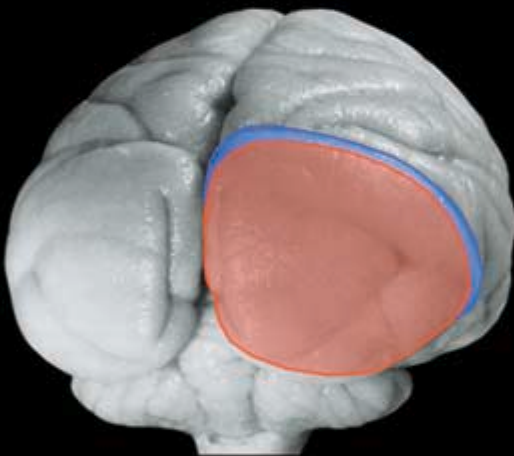
**GATO**



**RATON**



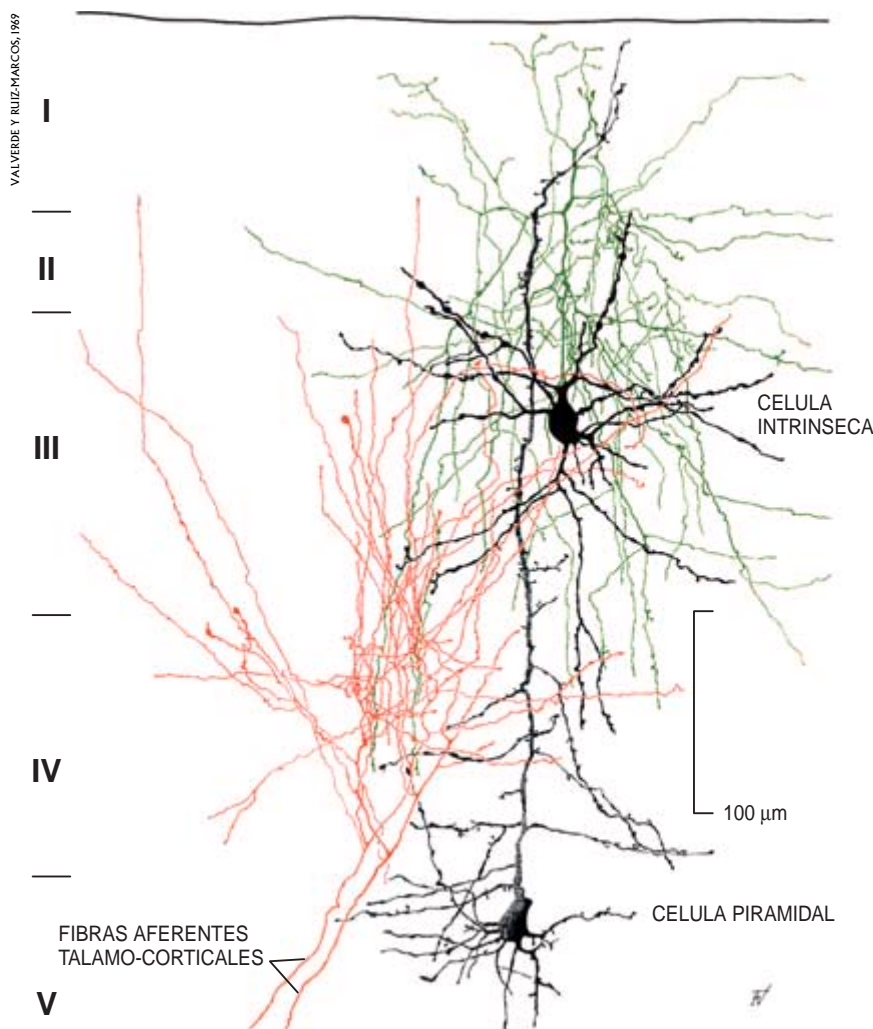
**MONO**



**HOMBRE**

**1. LOCALIZACION DE LAS PRINCIPALES AREAS VISUALES** en distintos mamíferos. La corteza visual primaria (área 17 o V1) aparece marcada en rojo. Las áreas visuales secundarias (área 18 o V2, en azul; área 19 o V3 en verde) ocupan extensiones variables en torno al área visual primaria. En los mamíferos con el sentido de la vista poco desarrollado (insectívoros, roedores, lagomorfos) la corteza visual abarca una zona bastante pequeña de la superficie posterior de la corteza cerebral. En los mamíferos que han desarrollado un buen sentido de la visión (carnívoros, ungulados y otros), la corteza visual primaria se extiende, además, por la superficie medial del cerebro; en los primates (hombre incluido), la corteza visual primaria se aloja en la parte medial del lóbulo occipital, donde ocupa los labios y profundidad de la cisura calcarina. Distribuidas por distintas zonas de la corteza cerebral hay otras áreas visuales secundarias (en el gato se conocen hasta 20), que reciben múltiples representaciones del campo visual. En la figura, los cerebros de ratón y gato corresponden a una vista dorsal; el de mono representa una vista postero-lateral; la del hombre corresponde a una vista de la cara medial del hemisferio derecho. Las imágenes no guardan proporción con relación al tamaño.





**2. ENTRADA DE FIBRAS AFERENTES TALAMO-CORTICALES (en rojo) en las capas medias de la corteza (capas III y IV) del ratón en un corte transversal de la corteza visual primaria.** Las fibras se ramifican y establecen contactos sinápticos con dendritas apicales de células piramidales y con dendritas de células intrínsecas, como la reproducida en la imagen, cuyo axón (en verde) se distribuye en las capas altas de la corteza. Preparación realizada por el método de Golgi.

### Estructura de la corteza visual

Todas las áreas sensoriales primarias del neocórtex reciben sus principales aferentes de los órganos sensoriales correspondientes a través de estaciones de relevo situadas en núcleos talámicos específicos. A estas fibras aferentes Lorente de Nó las llamó *aferentes corticales específicas*; de ellos el mejor conocido corresponde al sistema de fibras aferentes a la corteza visual primaria procedentes del núcleo geniculado lateral. Desde que Santiago Ramón y Cajal abordó el estudio de las mismas en la corteza visual humana, sus características de distribución, ramificación y elementos celulares a los que inerva han sido ampliamente corroborados en numerosas investigaciones llevadas a cabo con métodos muy dispares.

Los estudios que nosotros llevamos a cabo con el método de Golgi, confirmados más tarde con técnicas de degeneración y autorradiografía, muestran que las fibras aferentes específicas terminan principalmente en las capas medias III y IV de la corteza visual. Allí se ramifican con profusión. Se ha demostrado que esta forma de ramificación y terminación se encuentra en todos los mamíferos investigados, desde insectívoros hasta primates. En los roedores (ratón, rata) las fibras ascienden desde la sustancia blanca, atraviesan las capas VI y V sin apenas ramificarse, para alcanzar la capa IV; aquí se ramifican por dicotomía y forman plexos fibrilares de distinta extensión. En la corteza visual del gato, estas fibras siguen, en muchos casos, un

curso horizontal; se dividen en varios troncos principales, lo que explica que el área cubierta por una sola fibra pueda ser bastante extensa.

El cuadro de terminación de las fibras aferentes corticales en los primates difiere del patrón observado en otros animales. En el sistema visual de los primates y los roedores (rata), el núcleo geniculado lateral se proyecta exclusivamente hasta el área visual primaria, área 17. No así en los carnívoros (gato). Tal diferencia guarda relación con el dominio del sentido de la visión, que se manifiesta morfológicamente con la presencia de uno de los tipos más elaborados de organización cortical. Se trata de un tipo que ha sido objeto de numerosos estudios para establecer la morfología y distribución de fibras aferentes corticales en general y de la corteza visual en particular.

### Células receptoras de la información visual. El primer eslabón

La corteza cerebral de los mamíferos posee tipos celulares muy dispares. En su clasificación, tarea harto difícil, no existe todavía común acuerdo. A riesgo de caer en una simplificación excesiva, reduciremos las neuronas corticales a dos tipos fundamentales: células piramidales y células no piramidales. Las primeras son células de proyección cuyo axón abandona la zona donde se asientan, bien para proyectarse hasta centros subcorticales o bien para conectarse con otras áreas corticales homolaterales y contralaterales.

En la corteza visual de mamíferos inferiores, lo mismo las dendritas apicales que las basales de las células piramidales representan las principales dianas para las fibras talamo-corticales que se arborizan en la capa IV; se estima que corresponden a un 20 % de todos los terminales axónicos presentes en esta capa. En la rata, gato y mono, el 15 % de los terminales de fibras talamo-corticales establecen contactos sinápticos con la parte lisa de las dendritas; un 3 % con los cuerpos celulares, y el restante 80 %, aproximadamente, con las espinas dendríticas.

De lo anterior se desprende cuán importantes resultan las espinas dendríticas como aparato receptor de distintas fibras corticales, en general, y de las fibras aferentes corticales en particular. Las espinas dendríticas son elementos plásticos. Desde los tiempos de Ramón y Cajal se las ha venido considerando el paradigma de estructuras implicadas en los procesos de aprendizaje y memoria.

Dentro de la categoría de células no piramidales agrupamos las células in-

trínsecas (células de axón corto, células de tipo II de Golgi), cuyo axón se resuelve dentro de la propia corteza. Una parte de ellas tiene dendritas lisas, sin espinas, mientras que otro grupo posee dendritas cubiertas de espinas. A estas últimas se las denominó "células estrelladas con espinas", si bien pron-

to se comprobó que no integran una población uniforme, pues existen notables diferencias entre ellas. Para su clasificación hubo que apoyarse en otros criterios: forma y distribución del árbol dendrítico, tamaño celular y, sobre todo, forma y distribución del ramaje axonal.

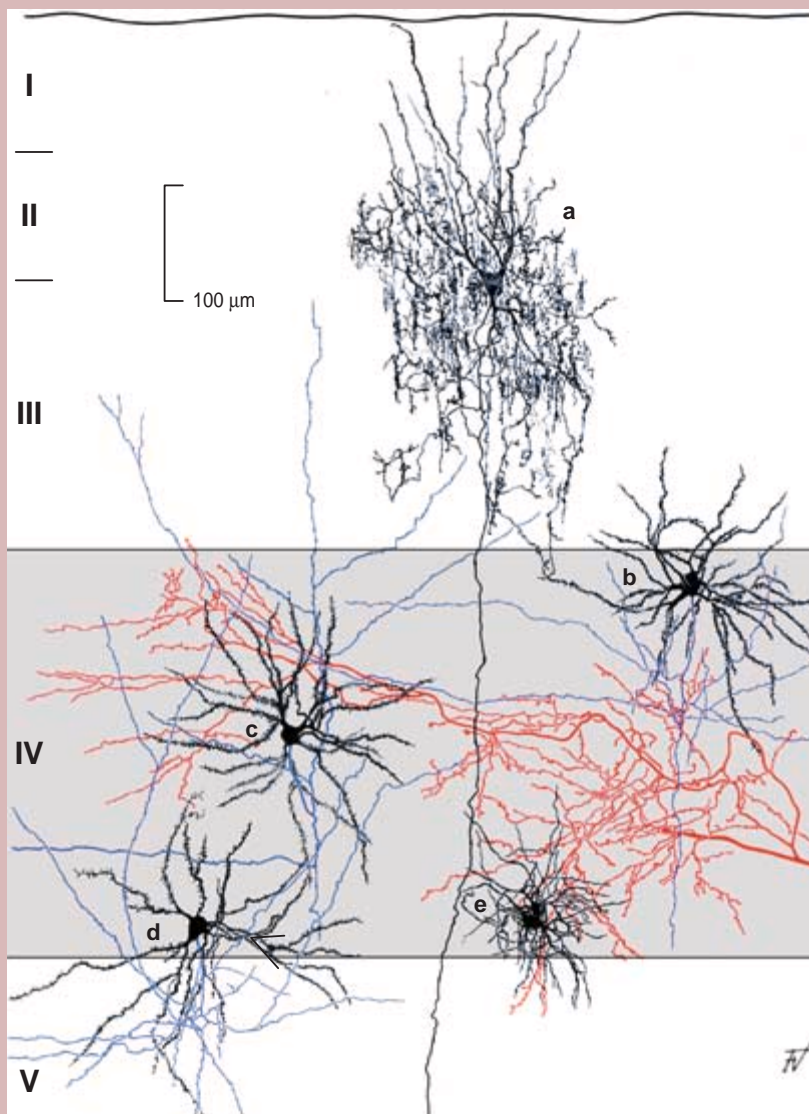
De todas las células no piramidales, la más interesante, descrita por primera vez en la corteza visual de los primates, es la célula estrellada con espinas. No constituye un grupo uniforme; además de las diferencias en su morfología dendrítica y axonal, divergen las relaciones sinápticas que establecen. Sin embargo,

## Corte transversal de la corteza visual primaria del gato

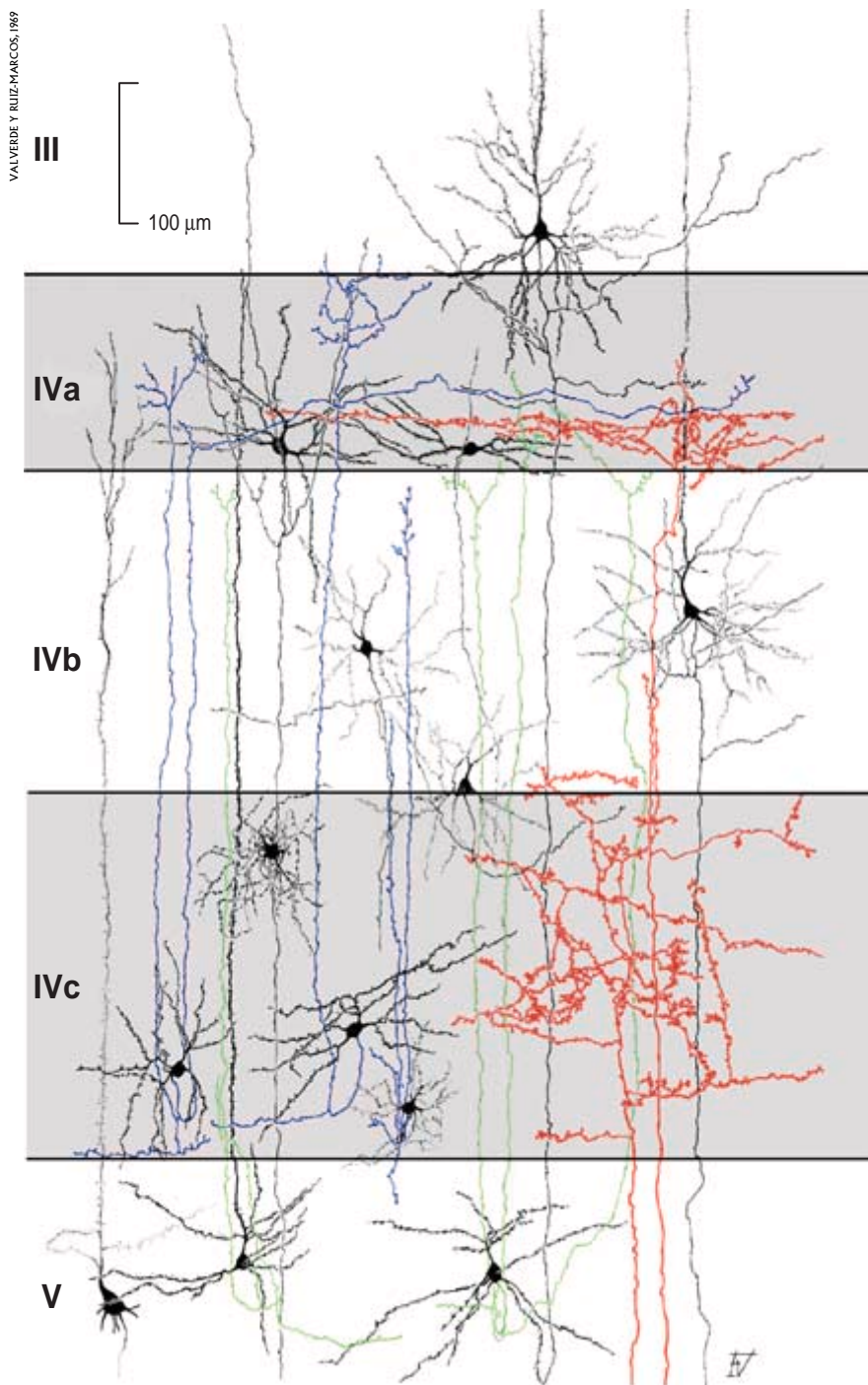
Un corte transversal muestra la entrada de una fibra aferente tálamo-cortical (*en rojo*), cuya distribución se circunscribe a la capa IV. La figura reproduce variedades de células intrínsecas, así llamadas porque sus axones permanecen dentro de la corteza. Atendiendo a su morfología, pueden reconocerse células cuyo axón forma arcadas axonales recurrentes, otras cuyo axón se ramifica en las proximidades del cuerpo celular, células que forman nidos o cestos pericelulares (células en cesto), células en candelabro, en ovillo, bipenachadas, bipolares y células estrelladas con espinas. Todas ellas portan en el nombre la morfología que las caracteriza. La imagen reproduce un ejemplo de célula en candelabro (*a*), cuyo axón se resuelve en series de botones terminales dispuestos en hileras verticales, que establecen contactos sinápticos inhibitorios con los segmentos iniciales de los axones de células piramidales (no teñidos). Se ilustran también células estrelladas con espinas (*b-d*); sus axones (*en azul*) se extienden por las capas medias de la corteza. Hay una célula "en ovillo" (*e*), carente de espinas y dotada de un cuerpo celular pequeño, dendritas lisas y un axón que se resuelve en un apretado ovillo de colaterales, formando un plexo denso en torno al cuerpo celular. Preparación realizada por el método de Golgi.

Para estudiar la morfología y distribución laminar de las fibras aferentes a la corteza visual del gato se ha recurrido a inyecciones de trazadores (peroxidasa de rábano) en la radiación óptica, así como a inyecciones en axones individuales caracterizados fisiológicamente. Se demostró que existen al menos dos tipos diferentes de fibras genículo-corticales que alcanzan la capa IV; estos tipos corresponden a las células X e Y del núcleo geniculado lateral. El sistema de fibras genículo-corticales se organiza, desde el punto de vista fisiológico, en tres canales distintos, correspondientes a los sistemas X, Y y W. Se ha sugerido la existencia de una segregación laminar de los distintos tipos de fibras genículo-corticales; los catalogados como aferentes de tipo Y terminan principalmente en la parte alta de la capa IV y parte baja de la capa III, mientras que los designados

como aferentes de tipo X acaban en la parte baja de la capa. Los distintos sistemas genículo-corticales activan diferentes grupos de neuronas corticales. En el gato, el núcleo geniculado lateral, a diferencia de lo que acontece en roedores y primates, no sólo se proyecta al área visual primaria V1 o área 17, sino también al área 18, corteza visual secundaria o área V2, que recibe un fuerte contingente de fibras del núcleo geniculado lateral.







**3.** EN LA CORTEZA VISUAL DE PRIMATES la capa IV aparece subdividida en tres estratos; subcapas IVa, IVb y IVc. De nuestras investigaciones, acometidas con el método de Golgi, en *Macaca* y *Erithrocebus* (*Cercopithecidae*), se desprende que las fibras aferentes específicas, o fibras genículo-corticales (*en rojo*), ascienden desde la sustancia blanca para ramificarse exclusivamente en los estratos IVa y IVc de la corteza visual primaria, formando grupos compactos de fibras terminales. El estrato IVb, que coincide con la estría de Gennari de la anatomía clásica, permanece exento de estas terminaciones. La imagen muestra varios tipos de células. Destacan las células estrelladas con espinas y axones recurrentes (*en azul*), localizados en la capa IVc, otras de idéntica morfología (*axones en verde*) situadas en la capa V; células piramidales de las capas III, IVb y V, así como otras variedades de células intrínsecas en la capa IVa con dendritas y axones de disposición más o menos horizontal. Preparación realizada por el método de Golgi.

las células estrelladas con espinas comparten un rasgo común: dendritas cubiertas de espinas, en muchos casos de forma similar a las dendritas de las células piramidales.

Los axones de las células estrelladas con espinas establecen sinapsis excitadoras, característica adicional que también las asemeja a las células piramidales. Dada su importancia como elementos receptores de las fibras aferentes talámicas, se las ha estudiado a fondo. Y se ha observado que su proporción varía según el animal y área cortical. En la corteza visual de la rata, su proporción es del 10%; en la corteza visual del gato, oscilan entre el 30 y el 40%, mientras que en la corteza visual del mono pueden llegar a constituir el 95 %.

Las células estrelladas con espinas despertaron notable interés tras demostrarse que pertenecían a ese tipo las neuronas situadas en la capa IV de la corteza visual del gato, con campos receptivos simples (posibles receptoras de conexiones talámo-corticales directas). En los primates, ofrecen una morfología distintiva; en los monos que nosotros hemos estudiado (*Macaca* y *Erithrocebus*), y en general en todos los primates, la capa IV del área visual primaria, área 17, se encuentra dividida en tres estratos: IVa, IVb y IVc. Hay en IVc una población de células estrelladas con espinas que poseen un axón recurrente y cuya morfología difiere por completo de sus homónimas descritas en el gato. El cuerpo celular es de menor tamaño (10-12 micras), sus dendritas aparecen cubiertas de espinas y es frecuente la presencia de una dendrita apical que asciende verticalmente durante un corto trayecto para acabar sin ramificarse en capas superiores, sin alcanzar la capa I. Estas células, descritas por nosotros como elementos especiales de la corteza visual en primates, revisten particular interés en el análisis de la organización anatómica y funcional de la corteza visual.

### Circuitos intrínsecos

El modelo básico de conectividad intracortical comúnmente aceptado, que puede hacerse extensible a todas las áreas de recepción primaria (somato-sensorial, auditiva y visual), se apoya en la investigación sobre la corteza visual primaria del gato. En esquema, el modelo expone lo siguiente: la entrada principal (fibras aferentes de los núcleos talámicos específicos) se produce en la capa IV; las neuronas de esta capa se proyectan fundamentalmente a las capas II y III; ambas lo hacen sobre la capa V, que, a su vez, lo hace sobre la capa VI; finalmente, las

capas V y VI se proyectan a las capas II y III y a la IV, respectivamente. Dentro de este esquema, un tanto simplista, existe una organización mucho más compleja, donde se relacionan entre sí variedades neuronales; partes de ellas, en muchos casos, de forma única.

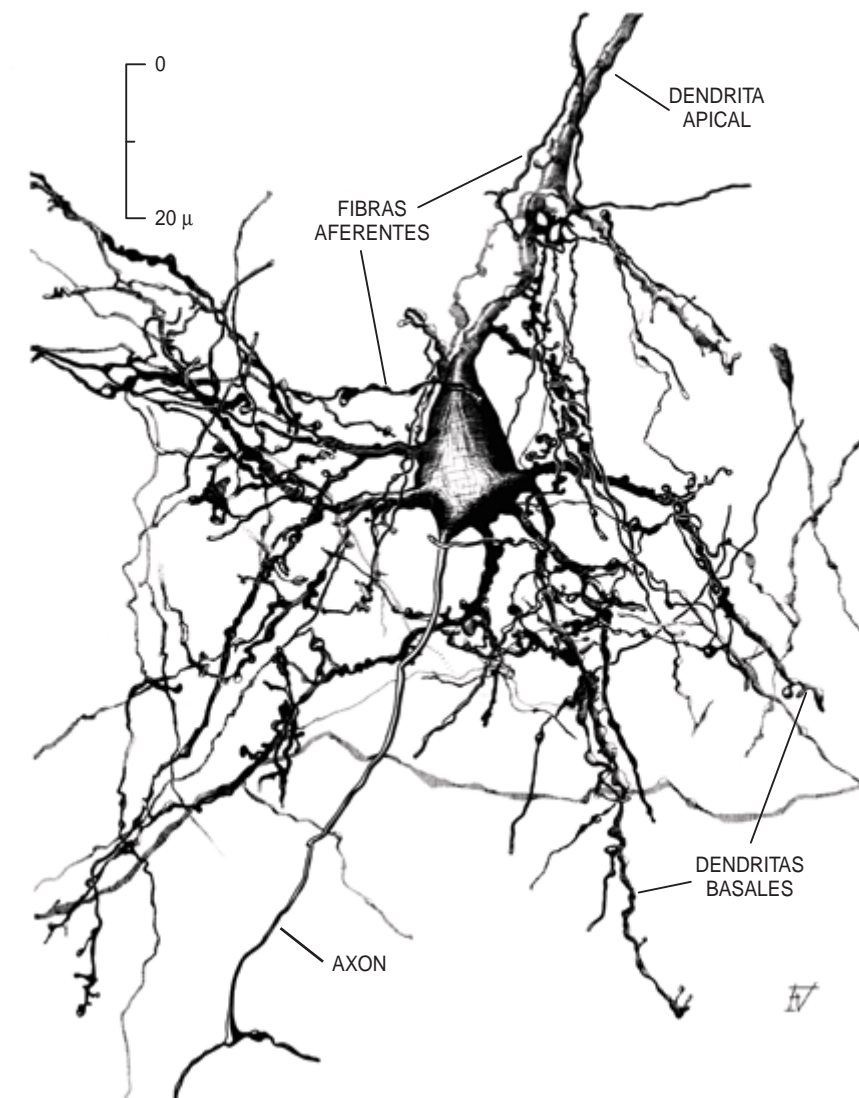
Un número importante de conexiones intrínsecas de la corteza fueron expuestas de un modo magistral por el propio Ramón y Cajal y su discípulo Lorente de Nó. Sirviéndose del método de Golgi, presumieron la existencia de gran variedad de relaciones interneuronales, que la investigación posterior ha venido confirmando.

Las colaterales axonales de las células piramidales y los axones de células intrínsecas muestran, en razón de su localización cortical, notables diferencias y formas dispares de conectarse con otros elementos. La investigación experimental, en cuyos ensayos se han marcado las células piramidales con distintas sustancias trazadoras, ha aportado valiosa información sobre patrones de ramificación, dendrítica y axonal, así como sobre los contactos sinápticos por ellas efectuados.

### Deprivación sensorial

Durante nuestra estancia en la Universidad de Harvard, a principios de los años sesenta, David Hubel y Torsten Wiesel, a la sazón en el laboratorio de Stephen Kuffler, habían encontrado un buen filón mientras investigaban los registros de células aisladas en la corteza visual del gato. Sabido es que muchos de los grandes descubrimientos se deben a la casualidad, pero ésta no habría producido ningún resultado sino estuviera acompañada por la tenacidad y curiosidad científica de las personas que perciben la trascendencia de lo que la fortuna les presenta.

Los experimentos de Hubel y Wiesel, a principios de 1960, abordaban la ambliopía (debilidad o disminución de la vista sin aparente daño orgánico) en gatos recién nacidos, a los que se les había cortado el músculo recto interno del ojo. En esa situación, se produce un acentuado estrabismo que da lugar a un deterioro profundo de la visión. Cuando los estudiantes cumplieron ya algunos meses, comprobaron que su visión era aparentemente normal. ¿Habían fracasado en su proyecto? Lejos de abandonar los ensayos, decidieron perder un poco más de tiempo y obtener algunos registros intracelulares de la corteza visual. Con gran sorpresa comprobaron que ninguna célula de la corteza visual era activada por ambos ojos, frente al 85 % de las células



VALVERDE Y RUIZ-MARCOS, 1970

**4. LAS CELULAS PIRAMIDALES** cifran el 70 % de toda la población de la corteza cerebral. Abundan en las capas II-III y V-VI. Presentan un aspecto característico, con una dendrita apical que, en la mayoría de los casos, asciende en vertical hasta la capa I, y un abanico de dendritas basales, originadas del cuerpo celular, que alcanzan distancias y orientaciones variables. Peculiaridad fundamental de las dendritas apicales y de las basales es la de hallarse cubiertas de espinas dendríticas, pequeños procesos colaterales que, en conjunto, contribuyen a aumentar la superficie receptora. La figura incluye ramificaciones terminales de fibras aferentes específicas distribuidas en torno a la dendrita apical y dendritas basales, con las que establecen numerosos contactos sinápticos. Corteza visual del ratón. Preparación realizada por el método de Golgi.

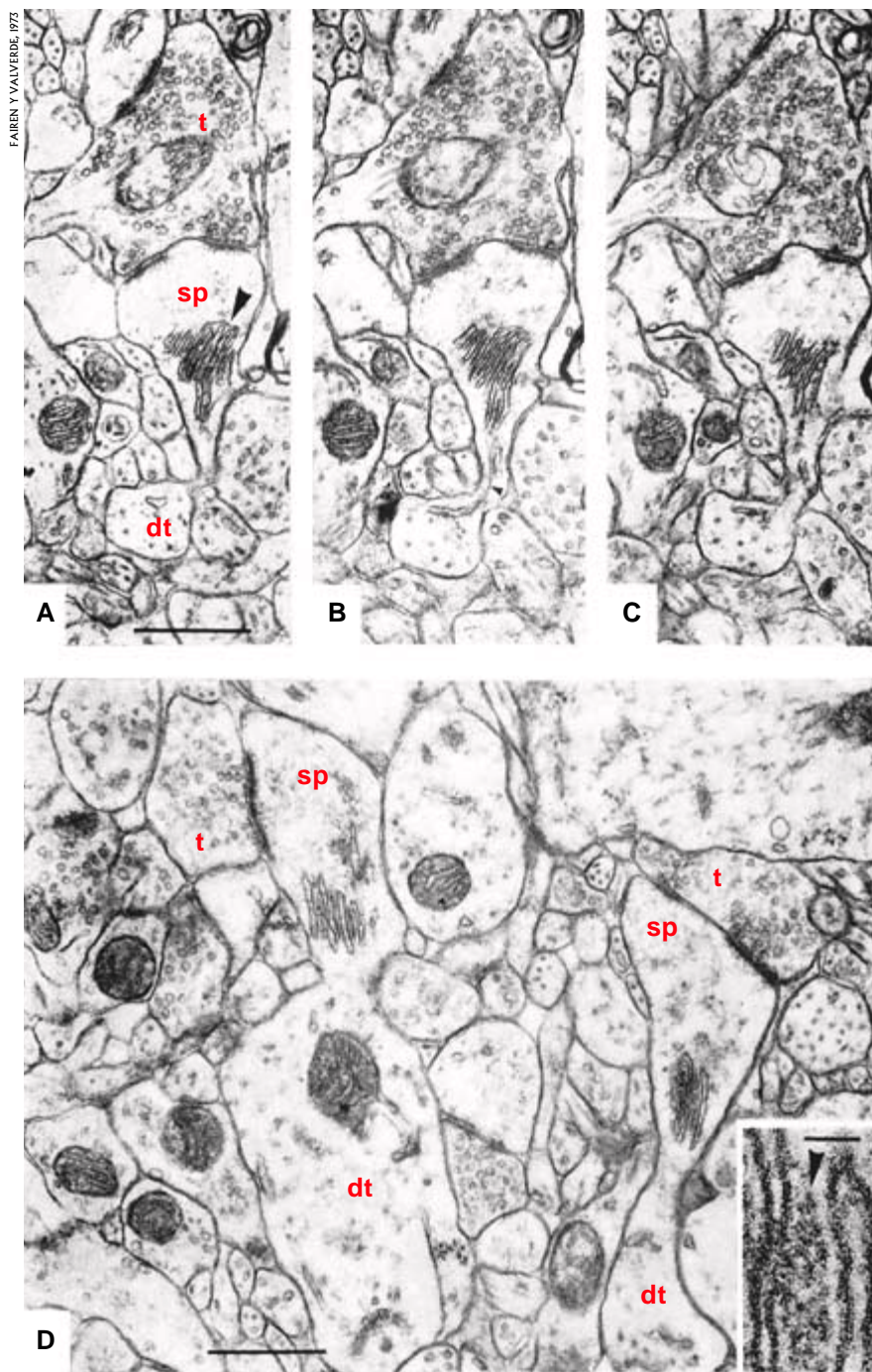
las que sí responden a ambos ojos en el animal normal.

A medida que el electrodo penetraba en el espesor de la corteza, encontraban células que sólo respondían a los estímulos de un ojo, para cambiar repentinamente a células que respondían al otro ojo. El agrupamiento de estas células en columnas de dominancia ocular, claramente separadas, era evidente.

Con tales observaciones se puso de manifiesto la existencia de cambios drás-

ticos en las conexiones de la corteza visual, producidos sin cortar en ningún punto la vía visual. Estudios posteriores en primates revelaron que el período de plasticidad, período en el que aún es posible la recuperación de la visión, se limita a los primeros meses. Gracias a esos hallazgos, los oftalmólogos operan ahora a los niños estrábicos lo más pronto posible para evitar la ambliopía. Se trata de un ejemplo palmario de la repercusión práctica de la investigación básica,





**5. ESPINAS DENDRITICAS** de la corteza visual del ratón vistas al microscopio electrónico. Las imágenes A, B y C muestran una misma espina dendrítica (sp) originada en una pequeña rama dendrítica (dt), en tres cortes sucesivos. Muchas espinas contienen un orgánulo en forma de sáculo (*cabeza de flecha en A*), que parece estar en continuidad con porciones del retículo endoplásmico y cuya función se desconoce. En la imagen que se muestra en D se aprecian dos dendritas (dt) con sendas espinas (sp) y sus correspondientes aparatos de la espina. Todas las espinas cuentan con terminales sinápticos (t) de carácter excitador, característica que viene dada por la morfología de las vesículas sinápticas, el espacio intersináptico y la membrana postsináptica. En el recuadro se ofrece parte de un aparato de la espina a mayor aumento. Se ha sugerido que la formación de espinas dendríticas depende directamente de la actividad receptora de las neuronas. Las espinas dendríticas son estructuras móviles, probablemente debido a los filamentos de actina que poseen, desaparecen tras la isquemia cerebral y reaparecen al cesar ésta; intervienen en procesos de memoria y aprendizaje, así como en la actividad sináptica. Su número y distribución están alterados en determinadas patologías y enfermedades mentales. Las escalas en A y D corresponden a 0,5 micras.

que, en este caso, ha contribuido a prevenir una de las principales causas de ceguera.

Espoleado por los resultados de Hubel y Wiesel, comencé la investigación sobre privación sensorial de regreso al Instituto Cajal de Madrid en 1965. Puesto que las espinas dendríticas eran elementos tan lábiles, supuse, la privación de luz, simplemente manteniendo los animales en oscuridad absoluta durante distintos períodos de tiempo, podría ejercer un efecto morfológicamente observable y estadísticamente

cuantificable. Disponíamos por entonces de algunos indicios de que la privación sensorial, así como un aumento en la actividad, podían comportar cambios en la estructura de los centros nerviosos.

En la capa V de la corteza visual residen células piramidales con cuerpos celulares de tamaño medio (30-40 micras). Estas células se encuentran por debajo de la zona de distribución principal de las fibras aferentes corticales (capas III y IV), pero sus dendritas apicales ascienden verticalmente hasta la superficie;

las dendritas atraviesan esta zona de ramificación de aferentes corticales, en donde reciben numerosos contactos directos de las fibras con las espinas.

Por modelo experimental escogimos el ratón. Aunque apenas depende éste de la visión para el desarrollo de sus funciones, la estructura de su corteza visual se organiza según el mismo patrón general. Los estudios que llevamos a cabo pusieron de manifiesto que los ratones mantenidos en oscuridad desde su nacimiento presentaban una disminución del número de espinas dendríticas en los tallos apicales de las células piramidales. Tal disminución era altamente significativa en el primer mes de vida del animal, después de que éstos abrieran los ojos (el ratón abre los ojos en torno al día 13-14 de vida post-natal).

En comparación, los animales mantenidos en oscuridad desde su nacimiento,



por períodos prolongados de tiempo, aunque mostraban una disminución del número de espinas dendríticas, no era tan acusada como en períodos juveniles. Se demostró que, pese a haber cierta tendencia a recuperar el número de espinas, siempre quedaba una población de células en la que el número nunca alcanzaba cifras normales.

De esa gavilla de resultados extraímos varias conclusiones. Una primera: la privación sensorial produce cambios morfológicos en la estructura del cerebro. Demostrado hoy hasta la saciedad, se ignoraba 40 años atrás. Dicha inferencia nos llevaba de la mano a sugerir que también la experiencia y el aprendizaje deberían inducir cambios morfológicos en la estructura, fenómeno hoy admitido sin discusión.

A partir del estudio del grupo de animales de 24 días, dedujimos, en segundo lugar, que la privación sensorial provocaba una alteración, un daño permanente tal vez. Ni siquiera en nuestro grupo, mantenido 20 días en oscuridad y vuelto a la situación normal durante 30 días más, se alcanzaba una distribución de espinas semejante a la obtenida en grupos control de idéntica edad. De estas observaciones, se infirió también que el desarrollo y mantenimiento de ciertas espinas dendríticas dependía de la activación funcional de las fibras aferentes corticales que establecían numerosos contactos sinápticos con ellas.

No pudimos responder a la cuestión de si la privación visual ejercía un efecto deletéreo, fuera transneuronal metabólico o de otro tipo, sobre espinas preexistentes que posteriormente se reabsorbían; tampoco pudimos averiguar si las espinas se desarrollaban o no en ausencia de actividad funcional. En cualquier caso, y en general, la disminución de espinas dendríticas tras la privación visual no era significativa. Cabía, pues, pensar que bastaría la función de diversos circuitos intracorticales de otra naturaleza para mantener un determinado número de espinas a lo largo de las dendritas. Hoy sabemos que la disminución de espinas dendríticas en la privación visual se debe a cambios estructurales que ocurren en todas las capas corticales en virtud de las alteraciones anatómicas de la organización columnar de la corteza cerebral.

Merced a estas y otras muchas investigaciones quedó demostrado que el cerebro era una estructura sumamente plástica. Aunque muchas conexiones aparecen "cableadas" durante el desarrollo del animal, se requiere el funcionamiento de los distintos sistemas

para que los circuitos se consoliden, sin dejar de permanecer abiertos a multitud de influencias, intrínsecas o ambientales, que son las que, en definitiva, habrán de perfilar la individualidad del sujeto.

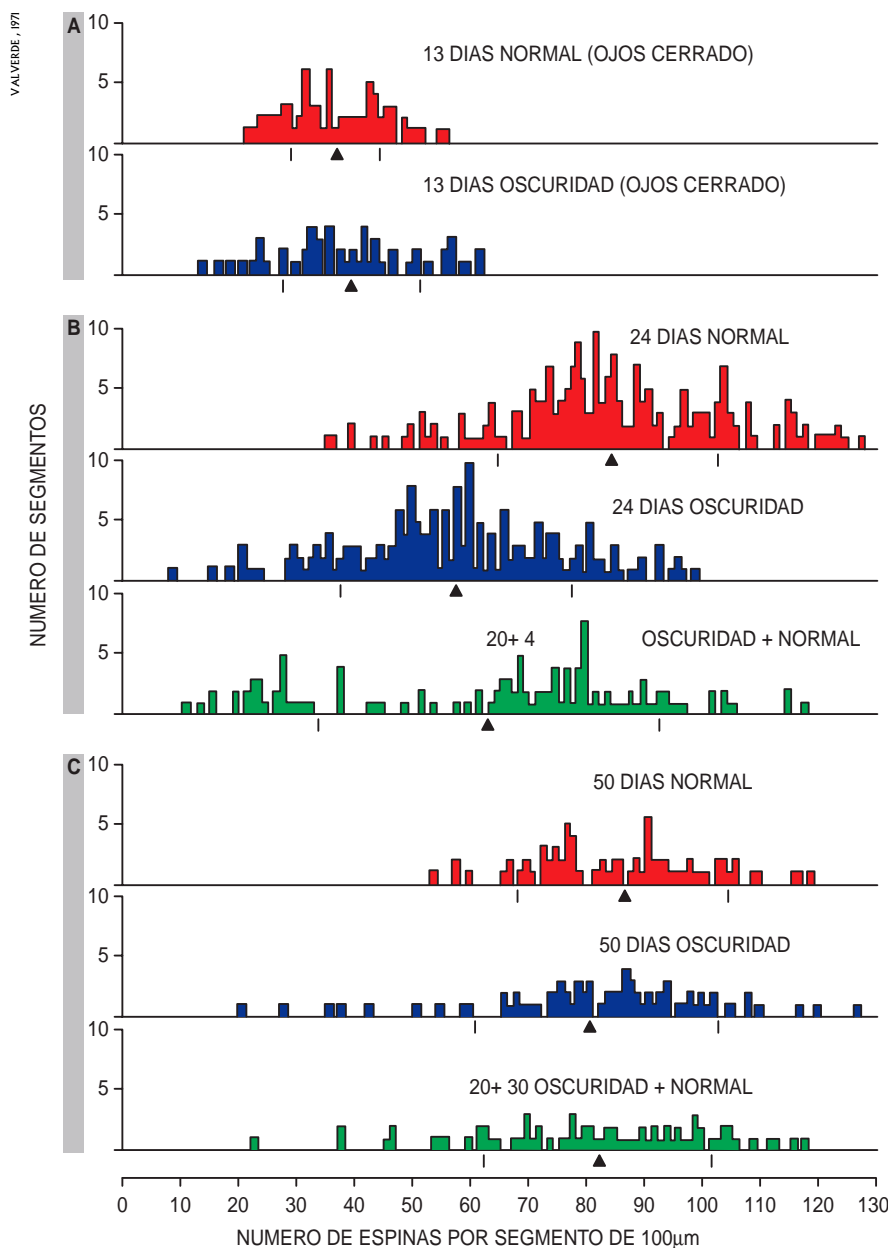
### Organización columnar

Nuestra comprensión de la organización funcional de la corteza cerebral se funda en el concepto de *unidad elemental* propuesto por Lorente de Nó. Recurrí a esa expresión para designar la conecti-



VALVERDE, 1985

**6. CELULA ESTRELLADA CON ESPINAS** en la capa IVc de la corteza visual del mono (*Macaca mulatta*). Las dendritas, espinosas, aparecen rodeadas por terminaciones, presumiblemente de carácter sináptico (s) procedentes de tres fibras aferentes tálamo-corticales (a-c). Un rasgo distintivo de este tipo de células concierne al axón; a escasa distancia de su origen en el polo inferior del cuerpo, forma un asa cerrada que recuerda la curvatura de un anzuelo, tornándose en una o varias fibras ascendentes que alcanzan la subcapa IVa y parte baja de la capa III, en donde acaban ramificándose en colaterales horizontales. Existen, además, variaciones con respecto a la posición de estas células en las distintas subdivisiones de la capa IV: pueden alcanzarse considerables niveles de complejidad, no sólo con respecto a la terminación de fibras aferentes tálamo-corticales, sino también con relación a las conexiones intrínsecas que estas células reciben. En la corteza visual de los primates, las células estrelladas con espinas ocupan la zona principal de terminación de las fibras aferentes tálamo-corticales; se supone que son los principales receptores de las fibras talámicas. Preparación realizada por el método de Golgi.



**7. HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS.** Relaciona el número de espinas dendríticas por segmento de 100 micras en tallos apicales de células piramidales de la capa V de la corteza visual de ratones normales (*en rojo*), mantenidos en oscuridad desde su nacimiento (*en azul*) y mantenidos en oscuridad desde su nacimiento vueltos a condiciones normales (*en verde*) por distintos períodos. Comparando el número de espinas por segmento en animales mantenidos en oscuridad y controles antes de que abran los ojos, no hay diferencia apreciable (A). Cuando los ratones abren los ojos, se produce un aumento explosivo del número de espinas; en tan sólo 10-12 días puede duplicarse la cifra de espinas (B). Por ello, existía una gran diferencia cuando se compararon los grupos de 24 días normales y mantenidos en oscuridad. En el caso de ratones mantenidos en oscuridad desde su nacimiento durante 20 días y retornados a condiciones normales durante 4 días se distinguen dos poblaciones de células piramidales: un grupo alcanza un valor medio cercano al obtenido en ratones crecidos en condiciones normales, mientras que otro grupo mantiene un número de espinas muy bajo. Comparando el grupo de ratones de 50 días normales con los grupos experimentales de la misma edad (C) se observa que la recuperación no es completa, obteniéndose una distribución y valores medios con diferencias estadísticamente significativas.

vidad intrínseca de la corteza dentro de un cilindro vertical, o columna, que, teniendo por eje central la fibra aferente específica del tálamo, alojaba, además, todos los elementos capaces de desarrollar el proceso de transmisión nerviosa, desde la fibra aferente de entrada hasta la fibra de proyección cortical.

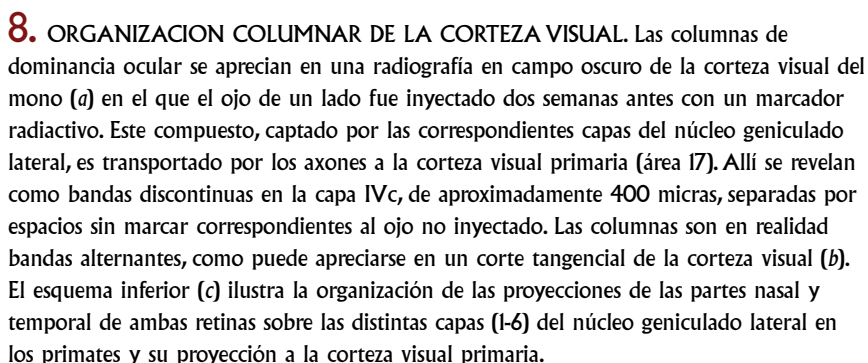
Durante varios años, este concepto tuvo un significado funcional. Explicaba los resultados neurofisiológicos obtenidos en las áreas primarias somatosensorial, auditiva y visual; esto es, relativos a las células que muestran idénticas propiedades funcionales y aparecen dispuestas en una columna vertical que ocupa el espesor entero de la corteza.

En el caso concreto de la corteza visual primaria se encontró que las neuronas que reaccionan ante estímulos visuales (respuestas a formas simples de estímulos estacionarios dentro del campo visual) con una misma orientación, se hallan alineadas verticalmente en todo el espesor cortical (columnas de orientación). Se registra su actividad a través de las distintas capas corticales.

La primera prueba anatómica de una estructura cortical que pudiera guardar relación con la organización en columnas funcionales fue obtenida por Hubel y Wiesel en la corteza visual del mono (*Macaca*). Mediante técnicas de impregnación argéntica, demostraron la existencia de un sistema de bandas alternantes, de acuerdo con su origen, en el núcleo geniculado lateral; se mostraban inervadas por una u otra retina (columnas de dominancia ocular).

Más tarde se comprobó la existencia de una estructuración similar en casi todas las áreas corticales. Con el desarrollo de nuevas técnicas para el trazado de vías, el uso de reacciones enzimáticas y marcadores radiactivos se ha demostrado que la corteza cerebral se halla organizada en subdivisiones periódicas, regularmente espaciadas. Los estratos en cuestión corresponden a la distribución topográfica de las fibras aferentes talámicas.

En los estudios sobre la organización columnar de la corteza se han aplicado técnicas histoquímicas, que permiten trazar un mapa de la actividad funcional de áreas cerebrales acotadas. Así, mediante la técnica de la citocromo-oxidasa se nos reveló uno de los aspectos más interesantes de organización funcional: el nivel de actividad varía de una región a otra, esto es, aumenta en zonas metabólicamente activas y disminuye en zonas de bajo nivel de actividad. La técnica revela, además, cambios producidos en el transcurso de un período prolongado, cir-



La segregación de las bandas durante el desarrollo comporta, probablemente, la eliminación de colaterales talámicas inapropiadas o el crecimiento de ramas axónicas terminales en determinadas direcciones, entre otros. Aunque queda mucho por conocer sobre tales mecanismos, podemos, no obstante, afirmar que la estructura básica de la corteza visual es innata. Las manipulaciones experimentales (enucleación, privación visual, etcétera) o las alteraciones patológicas (ceguera congénita, estrabismo, anisometropía) sólo producen variaciones en determinados parámetros, como el ancho de bandas, su número o periodicidad, que no implican la total anulación de su funcionalidad.

**FACUNDO VALVERDE** es profesor de investigación del Instituto Cajal de Madrid, perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Allí dirige un grupo de trabajo cuyo principal objetivo es el estudio de la estructura y desarrollo de la corteza cerebral.

CONCEPTUAL ADVANCES IN BRAIN RESEARCH.  
Vol. 5. CORTICAL AREAS: UNITY AND  
DIVERSITY. Dirigido por A. Schütz y R.  
Miller. Taylor and Francis, Londres y  
Nueva York, 2002.

En experimentos llevados a cabo en gatos, en los que se había practicado una sutura palpebral, o en los que se había procedido a la enucleación de un ojo, se demostró la existencia de un patrón

Aumentó el interés en el empleo de la técnica de la citocromo-oxidasa cuando se descubrió que, en las capas superficiales II y III de la corteza visual primaria del macaco, la enzima revelaba la presencia de un mosaico de manchas regulares en forma de burbujas, dispuestas en hileras paralelas, centradas exactamente sobre las bandas de domi-



# El origen del dolor

Da igual que la espalda se desgarré, la cabeza martillee o se pinche la pantorrilla; el dolor nace siempre en el cerebro. El dolor es algo más que una mera experiencia somática. Al tiempo que despierta sensaciones, sucumbe a la fuerza controladora de la mente

Burkhardt Bromm

**L**a nueva placa de la cocina vitrocerámica brilla con un color rojo chillón. Despierta la curiosidad del niño. Dispuesto a tocarla, acerca su manecita a la placa incandescente. ¡Ay! exclama mientras la retira. El dolor le ha avisado. Las lágrimas no tardan en desaparecer, pero en su memoria se graban huellas permanentes de este encuentro doloroso: es muy probable que el pequeño jamás vuelva a colocar la mano sobre una placa incandescente. Sin embargo, no será ésta la última experiencia parecida, pues el dolor, como la respiración y los latidos cardíacos, forman parte de la vida. Este “perro guardián y ladrador” de la salud, como lo llamaban los griegos de la antigüedad clásica, ataca en cuanto el organismo afronta un peligro, externo o interno, y nos obliga a tomar medidas inmediatas para combatirlo.

Semejante alarma corporal resulta imprescindible. Lo demuestra un experimento de la propia naturaleza: algunas personas no sienten ningún dolor debido a un defecto congénito de su sistema procesador. Al no percibir el daño corporal en su momento, deben aprender, con gran esfuerzo, a conocer los peligros. Sin embargo, el proceso de aprendizaje cons-

ciente o el redoblamiento de la atención puesta por los progenitores no suplen, en modo alguno, la percepción dolorosa. En general, estos pacientes fallecen, en la primera infancia, por lesiones, quemaduras, hemorragias internas o incluso apendicitis no diagnosticadas.

El dolor, tan importante para la vida, puede convertirla en un infierno. Basta con una pequeña cavidad en un diente para sufrir un martirio casi insoportable que acaba llevando al sillón del dentista incluso a los más reacios. No tiene nada de extraño, pues, que los sanadores se hayan ocupado, desde siempre, no sólo de calmar el dolor sino, además, de averiguar su origen. La ciencia se enfrenta a un gran obstáculo; de manera análoga a la angustia, la tristeza o la felicidad, el dolor es una sensación emocional y, en consecuencia, subjetiva, difícil de caracterizar por sus rasgos externos. De hecho, la magnitud de un traumatismo no dice mucho sobre la intensidad del dolor. Así se explica que, en el fragor del partido, un futbolista apenas sienta una fractura del hueso nasal, mientras que el más mínimo agujero dental puede convertirse en un suplicio permanente e intolerable en la quietud de la oficina. Por último, hay personas que sufren dolores intensísimos sin ninguna causa somática conocida.

¿Qué es entonces el dolor? Desde luego, se parece más a un estado sensorial que a un fenómeno fisiológico con una clara explicación de causa a efecto. Por un lado, el dolor suele acompañarse de emociones como la angustia, la duda o incluso la alegría. Por otro, el estado de ánimo influye en la intensidad de su percepción. Quien ríe se olvida, al menos por un momento, de su pena. Puesto que los sentimientos se originan en el cerebro, reside allí también, en el caso del dolor, la clave para una mejor comprensión de este fenómeno y la elaboración de nuevos tratamientos.

Gracias a los experimentos con animales anestesiados conocemos bastante bien las primeras estaciones que recorre el estímulo doloroso por el cerebro. El cambio en la actividad de los nervios periféricos y de la médula espinal se mide a través de electrodos implantados. Como la alarma dolorosa se ocupa de vigilar todo el organismo, sus sensores, las fibras nociceptivas, se extienden por los órganos y llegan hasta la piel. Una pequeña lesión o incluso la falta pasajera de aporte de oxígeno son suficientes para activar los sensores.

Las fibras nerviosas nociceptivas penetran en la médula espinal a través de la raíz posterior. Dentro de la médula se cruzan de lado y hacen escala, a veces múl-



tiple, en las neuronas de proyección que alcanzan el tálamo. Esta estructura del diencefalo constituye la “puerta del cerebro”. Desde el tálamo, las fibras nerviosas se dirigen hacia distintas regiones del cerebro que, por su efecto sobre la corteza, abren a la consciencia el dolor y muchas otras sensaciones (tacto, calor o frío).

Estas informaciones corporales también suben al tálamo a través de las fibras nerviosas somatosensoriales, provenientes de las neuronas nociceptivas, entre otras. Habida cuenta de que todos los nervios somatosensoriales se cruzan de lado en la médula espinal, los mensajes táctiles, nociceptivos y térmicos se proyectan de manera especular en los hemisferios cerebrales contralaterales al estímulo. Ciertas regiones especializadas, las áreas somatosensoriales primaria (SI) y secundaria (SII), de la corteza

del hemisferio derecho procesan las señales del hemicuerpo izquierdo; las áreas correspondientes del hemisferio izquierdo, las del hemicuerpo derecho.

La transmisión del dolor tiene, no obstante, otra peculiaridad. Nos explica por qué el dolor abdominal se siente de forma distinta del generado por una placa calorífica incandescente. El dolor abdominal es conducido por las fibras C, neurofilamentos delgadísimos que vehiculan sobre todo señales, cuya velocidad corresponde, en el mejor de los casos, a medio metro por segundo. Su actividad desencadena, en el cerebro, un dolor difuso, ardiente y muy molesto, bastante difícil de localizar. Las fibras Aδ, unas 10 veces más rápidas, determinan una sensación de dolor instantáneo, como un pinchazo, de fácil localización. Las fibras Aδ excitadas inducen, además, un reflejo de huida, que nos lleva a retirar cuanto an-

tes de la zona de peligro la parte afectada del cuerpo.

### **No es la mano, es el cerebro**

¿Por qué la información neuronal nos lleva a percibir algunas veces el dolor de forma intensa y otras sucede lo contrario? ¿Por qué el futbolista no se da cuenta de su grave lesión hasta el pitido final? Para responder a estas preguntas, no basta con medir la actividad de las vías nerviosas de la periferia y de la médula espinal. Al cortarnos un dedo, sentimos dolor, pero esta sensación sólo se produce cuando los impulsos de las neuronas han alcanzado el cerebro y éste los ha procesado.

Así se explica el denominado dolor del miembro fantasma, que aflige a muchas personas amputadas. Los afectados siguen notando la parte del miembro extirpada y la sensación resulta, a me-



## El encefalograma magnético

Quien pretenda aclarar el dolor, debe mirar bajo la caja craneal, pues ahí se inicia esta sensación torturante. Durante mucho tiempo, la ciencia no pudo superar esta frontera. Pero ahora los procesos neuronales del cerebro se dejan observar, a través de distintos métodos, desde el exterior sin ocasionar daño alguno al probando.

Un método clásico es el electroencefalograma (EEG), que mide las corrientes eléctricas cerebrales. En lenguaje metafórico diríamos que espía el lenguaje de las neuronas que

se comunican a través de impulsos eléctricos. Cuando las áreas de relevo de la corteza cerebral procesan las señales aferentes, se activan al mismo tiempo otras asociaciones neuronales mayores; mediante la aplicación de electrodos en el cuero cabelludo, se registra la actividad eléctrica de estas columnas corticales de 1 milímetro de grosor y 5 mm de longitud. Para elaborar un mapa funcional del cerebro se reparten 64 o, aún mejor, 128 electrodos por todo el cráneo. A partir de las señales de los diferentes puntos se elabora un programa computarizado para saber dónde y cuándo ha surgido la actividad encefálica.



**REGISTRO HELADO.** Los magnetómetros superconductores registran los campos magnéticos procedentes de la cabeza, con una separación de 2 cm, y calculan así las regiones encefálicas activas.

La cartografía cerebral con el EEG adolece, sin embargo, de una limitación: carece de una buena resolución espacial. La culpa la tienen los electrolitos del líquido cefalorraquídeo y la sangre, que interfieren con las señales eléctricas neuronales y las falsean. En cambio, los campos magnéticos acompañan al material conductor de la corriente y apenas se alteran. En realidad, los campos que rodean cada grupo neuronal son muy pequeños —cerca de una cienmillonésima parte del campo magnético terrestre, de por sí muy débil—, pero se pueden visualizar. Para ello se refrigeran los magnetómetros, con sus 31 canales de medición, hasta  $-265^{\circ}\text{C}$ , temperatura que permite aprovechar la superconducción para obtener una medición sin apenas pérdidas y levantar un mapa del cerebro según la actividad magnética. La combinación de los dos métodos resulta aún más exacta. Como los campos magnéticos son perpendiculares a las corrientes eléctricas, se obtienen datos complementarios en las distintas direcciones. Con un programa informático especial se calcula qué estructuras cerebrales participan en el dolor o en otras tareas cognitivas.

nudo, torturante. Los experimentos con animales no permiten examinar la compleja interacción entre las distintas regiones del cerebro durante la elaboración consciente del dolor. Por un lado, la rata no puede indicar cuánto dolor siente. Por otro, la ley prohíbe experimentos cruentos con animales despiertos; durante la anestesia, el objeto de la exploración, a saber, la percepción del dolor, desaparece.

Los centros de conexión del tálamo representaron durante mucho tiempo un terreno desconocido en el campo del dolor. Sin embargo, la técnica moderna posibilita un estudio del cerebro, desde el exterior, a través del cráneo. Los investigadores pueden hoy seguir los procesos neuronales del cerebro con una precisión de milímetros y milisegundos, a través de métodos de formación de imágenes incruentos, como la encefalografía magnética (EGM), sin necesidad de implantar electrodos. Se trata de un gran avance: se puede explorar a la persona despierta, quien a su vez describe con palabras sus sensaciones y comunica,

por ejemplo, la intensidad con la que percibe un estímulo doloroso.

Mas, para ello, se necesita inducir el dolor. A tal efecto, nuestro grupo de investigación ha aplicado un láser de infrarrojos con el que se pueden generar breves impulsos de calor en cualquier lugar de la piel, sin que el paciente lo note, lo vea o lo escuche. Estos impulsos producen un dolor punzante y ardiente. (En estos experimentos se aplican impulsos suaves, que no atormentan ni inquietan a los probandos.)

### Asomándose a la tierra desconocida

Los sujetos que participaron en nuestro experimento recibieron, en primer lugar, un impulso de láser en el dorso de la mano izquierda. El mensaje doloroso debía ser transmitido hasta la médula espinal a través de las fibras A $\delta$ ; dentro de la médula, cambiaría de lado (se pasaría al lado derecho) y, por último, alcanzaría las áreas somatosensoriales de la corteza cerebral derecha. Si el recorrido del nervio, desde la mano hasta el cerebro,

midiera un metro y la velocidad de conducción fuese de 14 metros por segundo, para transitarlo se necesitarían, como mínimo, 70 milisegundos. Durante este intervalo no se aprecia ningún cambio en la actividad EGM. Luego, sin embargo, aparecen señales claras; las más nítidas surgen unos 100 milisegundos después del estímulo doloroso. A continuación se establece una pausa pasajera y relativa, hasta que vuelve a intensificarse la actividad y se comprueba entonces que otras regiones cerebrales se han ocupado de procesar el impulso caliente.

Con la simple medición de las corrientes cerebrales y campos magnéticos no podemos conocer todavía la procedencia exacta de estas señales. No obstante, la técnica moderna puede resultar útil. Mediante programas informáticos, que incluyen en sus cálculos la morfología de cada cerebro, se puede localizar la primera onda de actividad que, como es de esperar, se sitúa en la parte más externa de la corteza, en las áreas de asociación somatosensorial secundaria. La sorpresa viene ahora: aunque sólo se estimule la

mano izquierda, no se activa únicamente el hemisferio derecho sino que se excitan simultáneamente las áreas correspondientes de ambos hemisferios cerebrales. Hasta llegar al tálamo, el dolor sigue un trayecto unilateral, como se ha demostrado en otros experimentos. Sin embargo, en la corteza somatosensorial, el estímulo se torna, por primera vez, bilateral. ¿Esconde esto algún sentido o propósito? El encéfalo necesita activar las áreas cerebrales correspondientes de ambos lados para comparar la señal e inferir, por ende, de qué mitad del cuerpo ha surgido el dolor.

En un experimento ulterior aplicamos estímulos calientes sobre la frente, el brazo, la mano, la pierna y el pie; llegamos a resultados bastante similares. El cerebro siempre procesa el mensaje doloroso en dos áreas que guardan correspondencia. En función de la parte del cuerpo estimulada por el láser, los centros de máxima excitación de la corteza somatosensorial secundaria se van desplazando. Las relaciones de vecindad se mantienen, sin embargo, constantes; cuando se estimula, por ejemplo, el pie o la pierna, las regiones que responden del SII se encuentran adyacentes. Cada región corporal se halla representada a la manera de mapa en el cerebro; la información neuronal correspondiente de la periferia procede, sobre todo, de las fibras A $\delta$ . Precisamente por eso, el lugar del dolor se puede localizar de forma consciente.

Este principio de la ordenación espacial, o somatotopía, se da también en otras regiones del cerebro, como la corteza motora. No tiene ninguna rigidez, sino que puede modificarse, principalmente a través del ejercicio. Así, un violinista, que lleve muchos años tocando y moviendo con precisión los dedos de su mano izquierda, no sólo muestra una mayor representación de éstos en el cerebro, sino también una delimitación más nítida de los campos.

### Modificación de la ordenación espacial

El dolor crónico de una región corporal desfigura la ordenación. La región somatosensorial aumenta y se desplaza. La representación del dorso de un paciente con lumbago se extiende a las zonas vecinas, sobre todo a la del miembro inferior. Por un mismo principio: cuanto mayor es la región cortical, más sensible al dolor resulta la zona afectada. Y cuanto más marcada está la somatotopía, más fácil resulta comunicar al médico dónde duele.

¿Qué importancia tienen estos resultados para el conocimiento del origen del

dolor? Está claro que los datos esenciales del mensaje doloroso se recogen en las regiones corticales somatosensoriales y desde ahí se abren a la conciencia, es decir, se sabe dónde, cómo y con qué intensidad duele.

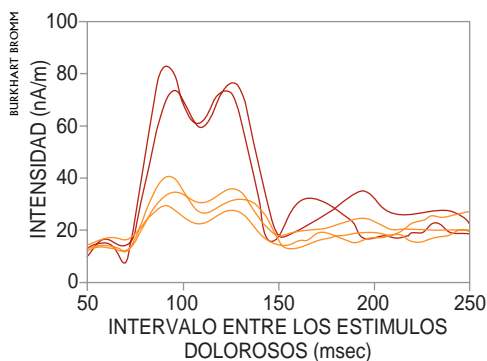
Pero tal discriminación sensorial, así se denomina este procesamiento del dolor, puede modificarse por el grado de vigilia o de "atención" del cerebro. De eso se aprovecha el anestesista, al amortiguar el estado de vigilia del paciente con hipnóticos o incluso hacerle perder el conocimiento durante la anestesia general. El dolor desaparece, lo mismo que la conciencia. En colaboración con el Centro de Anestesia de la Clínica Universitaria de Hamburgo hemos analizado, por medio de la EGM, las alteraciones neuronales que suceden durante la anestesia. Hemos comprobado que la actividad de los campos corticales somatosensoriales se halla controlada por áreas de la corteza que regulan la vigilia. Así, mientras los probandos se encontraban bajo una anestesia profunda, el estímulo doloroso apenas producía señales en las regiones correspondientes de SII. Sin embargo, pocos

minutos después de despertar, recobraban la actividad neuronal y, con ella, la sensibilidad al dolor.

Durante la anestesia se bloquean, pues, las áreas corticales secundarias corticales, si bien el bisturí del cirujano sigue desencadenando impulsos que viajan por las fibras nerviosas nociceptivas y alcanzan el cerebro, a través de la médula espinal. Los impulsos ocasionan la respuesta característica que acompaña al dolor: reflejos musculares, sudoración, vómitos, descenso de la presión arterial, variaciones de la frecuencia cardíaca y de la perfusión local. Así pues, también durante la anestesia se transmite el mensaje doloroso, que activa diversas estructuras cerebrales. Lo que ocurre es que el cerebro se muestra incapaz de elaborar dichas informaciones y transformarlas en una percepción, pues las regiones somatosensoriales de la corteza se encuentran desconectadas. En otras pala-

**1. FUTBOL EXPLOSIVO.** Sólo con mirarlo produce dolor. Sin embargo, el ardor puesto en el lance constituye uno de los analgésicos más potentes.





— ANTES Y DESPUES DEL EFECTO DE LA KETAMINA  
— DURANTE EL EFECTO DE LA KETAMINA

## 2. SIN CONCIENCIA

**NO HAY DOLOR.** Durante la anestesia con ketamina, desaparece la actividad inductora de dolor de la corteza somatosensorial. Por eso, no percibimos el bisturí del cirujano.

bras, está cerrada la puerta para la percepción consciente del dolor.

Por nuestra propia experiencia del dolor sabemos que esta sensación trasciende la mera experiencia somática y sensorial. El componente aversivo-emocional, es decir, las sensaciones que acompañan al dolor, importa bastante más que el dónde, cómo y con qué intensidad. Este componente no siempre ha de ser negativo. Así, muchas mujeres acaban describiendo los dolores del parto, de por sí violentísimos, como una experiencia emocional positiva. La alegría por el bebé hace soportable el dolor del

parto. De todas maneras, el dolor resulta en muchas ocasiones torturante, genera una sensación de amenaza, induce angustia y cambia el estado de ánimo; todas estas emociones represivas explican por qué la vida del paciente dolorido se convierte en un infierno.

El sistema límbico ocupa un lugar esencial en la vida de los sentimientos. En esta región cerebral, filogenéticamente muy antigua e íntimamente emparentada con el rinocéfalo, nacen sensaciones del hambre, la sed, la ira, la angustia, la alegría y el amor. Aquí se origina también la característica torturante del dolor. La actividad de las porciones posteriores del cíngulo, una parte del sistema límbico situada justo encima del cuerpo caloso, se incrementó unos 220 milisegundos después de “causar dolor” con el láser a nuestros probandos en un punto cualquier del cuerpo. Luego, la onda de excitación emigró. En el transcurso del procesamiento del dolor, el punto doloroso de la actividad cingular se desplazó hacia las porciones centrales y anteriores y se extinguió finalmente a los 300 milisegundos en el lóbulo frontal.

### ¿Dolor o tortura?

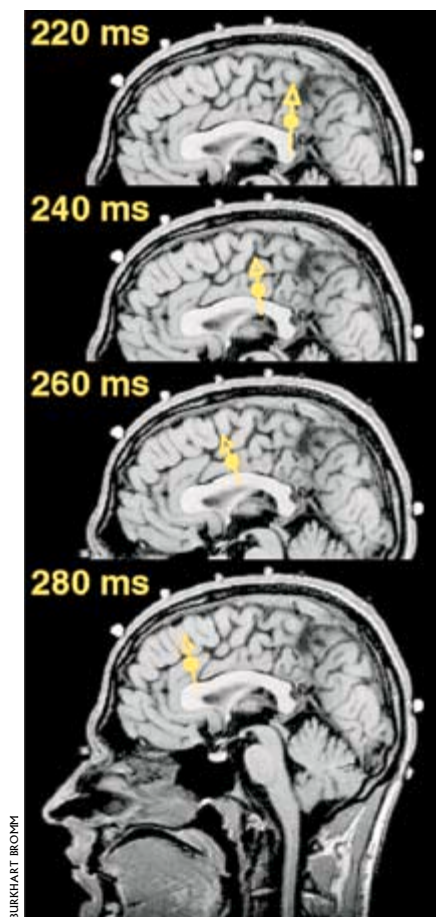
¿Qué significado tiene todo esto para la experiencia dolorosa? Los datos neuroanatómicos de distintas investigaciones con seres humanos y animales han aclarado el tema. La región posterior del cíngulo (parte posterior de la circunvolución cingular) presenta una comunicación neuronal con la corteza parietal y resulta determinante para la captación y el reconocimiento de los estímulos aversi-

vos. Dicho de otra manera, la señal proveniente del sistema somatosensorial recibe aquí su sello emocional.

Las caricias son agradables y gratas, mientras que el dolor se vive como un suceso desagradable y penoso. Las vías nerviosas de las porciones anteriores del cíngulo se dirigen a los núcleos amigdalinos y al hipotálamo, que evalúan el estímulo y lo califican; en función del resultado obtenido, estas regiones regulan y coordinan la conducta corporal posterior. Por un lado, se inicia la reacción motora al dolor, cual es la retirada o la huida. Por el otro, la parte anterior del cíngulo también desencadena reacciones vegetativas. Rompemos a sudar, el corazón se acelera, sube la presión arterial, aparecen náuseas y notamos esa sensación miserable tan característica del dolor intenso.

No hay, pues, ningún centro encefálico del dolor. Antes bien, la sensación general del dolor proviene de una interacción compleja de diferentes regiones cerebrales, responsables de cada uno de sus aspectos parciales. Como el estímulo doloroso sólo se transforma en una tortura una vez procesado en el sistema límbico, ya durante los años sesenta se trató de controlar, si bien de forma bastante primitiva. En aquella época se seccionaban en el quirófano las comunicaciones neuronales entre el lóbulo frontal y el cíngulo de los pacientes con dolores crónicos. El resultado era moderadamente favorable: los pacientes seguían teniendo dolores, pero menos desagradables y molestos.

Este mismo efecto, aunque mediado por una vía mucho más conservadora, lo poseen las principales armas para el tratamiento del dolor, la morfina y sus derivados sintéticos modernos, los opiáceos. En estudios combinados de EEG y EGM se ha demostrado que estos medicamentos despliegan también su efecto analgésico, entre otras, sobre las áreas cerebrales de la emoción, en particular sobre las porciones posteriores del cíngulo. En esta región, la actividad inducida por el impulso caliente del láser entre los probandos disminuyó mucho bajo el efecto de los opiáceos. No se apreció ya ninguna señal procedente de las regiones anteriores. Es evidente que la parte posterior de la circunvolución cingular controla, probablemente en combinación con las regiones de la corteza parietal, la actividad de la vecindad inmediata y evita, con ello, que se desencadenen determinadas reacciones defensivas. Por lo demás, el propio cerebro produce sustancias muy parecidas a la morfina. Nos referimos a las encefalinas, que desem-



## 3. MIGRACION POR EL CINGULO.

La circunvolución cingular, situada encima del cuerpo caloso (en blanco), confiere el componente emocional del dolor. Las flechas amarillas indican que la onda de excitación emigra de atrás hacia delante.



**4. “PINTABA MI PROPIA REALIDAD”,** decía Frida Kahlo. Esta artista mexicana sufrió dolores intensísimos durante años a raíz de un accidente de autobús que le produjo una lesión en la columna vertebral.

peñan un papel esencial en la supresión del dolor corporal.

### El faquir con voluntad de hierro

La experiencia del dolor no sólo se puede controlar con medicamentos, sino también de forma consciente y voluntaria, por así decirlo con la fuerza del pensamiento. El faquir nos ofrece un ejemplo paradigmático. Se inflige voluntariamente dolor, pero es capaz de controlar su duración e intensidad. A través de esta sensación de control logra incrementar la tolerancia al dolor y, para asombro de los espectadores, se tumba sobre un tablón lleno de clavos. Sin embargo, si en un momento, en el que estuviera despedido, le pinchara alguien con un clavo, gritaría de dolor.

La capacidad para controlar el dolor de forma consciente se la debe el faquir a su corteza prefrontal. Esta región del cerebro ha aumentado muchísimo a lo largo de la evolución humana. El lóbulo frontal está directamente comunicado, a través de vías recíprocas (es decir, de vías que reciben información y que envían el resultado de su procesamiento), con el centro sensorial, el sistema límbico, sobre todo con el cíngulo. Asimismo, entabla un contacto estrecho con las áreas motoras y sensoriales de la corteza y con la región medial del tálamo. Esta misma variedad de conexiones se refleja también en sus cometidos. Quizás, el más importante radique en la evaluación de la intensidad de las emociones para contenerlas, en caso de necesidad. Los déficits funcionales del lóbulo frontal, donde se asienta la personalidad, producen desinhibición, imprudencias y una estimación irreal de lo propio. Las personas afectadas se comportan de forma desinhibida e inadecuada en muchas situaciones. Se ven literalmente superadas por sus sentimientos y se comportan, unas veces, de manera ridícula y otras, agresivas.

La corteza prefrontal cumple, además, una función reguladora de primer orden en el dolor. Sus vías nerviosas y sobre todo sus comunicaciones frontocingulares dirigen la atención hacia el episodio doloroso y examinan qué significado encierra para el organismo. Para ello, el



AKG BERLIN

lóbulo frontal compara el mensaje doloroso que proviene de la circunferencia cingular con otras informaciones procedentes del sistema sensorial.

No obstante, el estado de ánimo, los recuerdos de episodios dolorosos previos y el sentimiento también circulan con la información anterior. El lóbulo frontal, en virtud de los datos precedentes, decide qué hay que hacer; por ejemplo, tomar una aspirina. En otras ocasiones, no hace falta nada más; según la importancia que la corteza prefrontal conceda al dolor, puede reforzarlo o amortiguarlo activando el sistema analgésico propio. ¿Recuerda usted el ejemplo ya citado del futbolista con la fractura del hueso nasal? El que esta persona apenas sintiera un traumatismo importante se debe únicamente a que su cerebro se hallaba ocupado en el lance y no prestaba, como es natural, ninguna atención al dolor.

Nuestro grupo ha logrado apuntalar esta tesis neurofisiológica. Cuando se le

pide a un probando que resuelva una complicada tarea de cálculo, la actividad cingular inducida por el impulso del láser disminuye considerablemente. Además, los probandos notaron mucho menos dolor, pese a que el estímulo era idéntico. ¿Podría servir la distracción como sucedáneo de la morfina? ¿Por qué no? Algunas terapias alternativas para el dolor contemplan el vasto influjo de la psique sobre el episodio doloroso y explican al paciente cómo controlar mejor el dolor con la fuerza de la mente.

### El pobre marinero

Para recopilar lo expuesto, podemos recordar la vieja historia de un marinero. Hace tiempo los dientes se extraían sin anestesia; según la leyenda, los marineros soportaban mucho mejor la intervención después de que sus compañeros les mantuvieran sujetos los dedos sobre la llama de una vela. Sean o no patrañas de los hombres de mar, esta medida no carece de sentido. Sin duda, el marinero

## Sistema analgésico endógeno

El anestesiista Henry K. Beecher realizó un descubrimiento asombroso durante la segunda guerra mundial. Sólo un tercio de los heridos que llegaban a su hospital de campaña, solicitaba morfina para combatir el dolor. A su regreso a la vida civil, Beecher examinó a un grupo de enfermos recién operados. A pesar de que sus heridas tenían el mismo tamaño, se quejaban de mucho más dolor: hasta el 80 % solicitaba un analgésico opiáceo. ¿Por qué, si la herida era

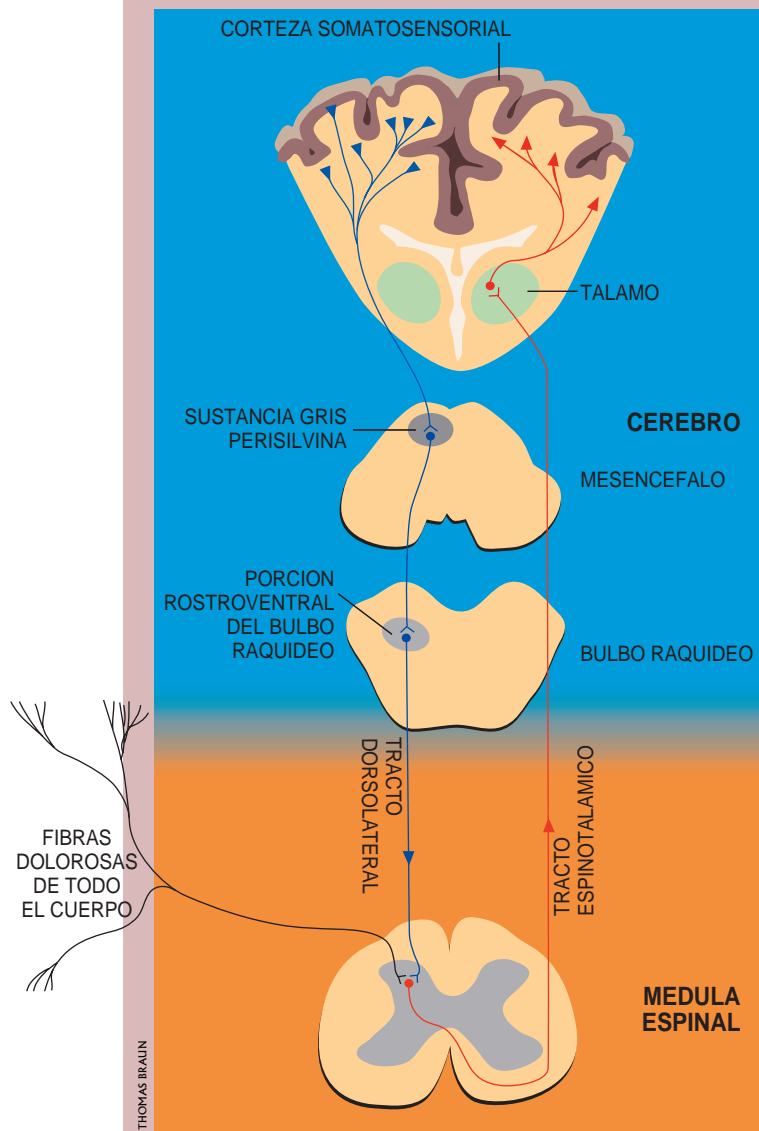
muy parecida, había tanta diferencia en el dolor? En 1973 se obtuvo la respuesta. John C. Liebeskind desconectó la sensación dolorosa de los gatos tras estimular, con una corriente eléctrica, la sustancia gris perisilvina, una región mesencefálica. Una vez concluida la estimulación eléctrica, el efecto persistía durante una hora. Dedujo que el propio cuerpo producía sustancias supresoras del dolor. Unas sustancias que debían parecerse a la morfina, pues cuando se administraba naloxona, un compuesto que bloquea el efecto de los opiáceos, la anestesia eléctrica desaparecía. Dio en la diana. En el decenio de los setenta se identificaron los analgésicos propios del cuerpo, las encefalinas.

Hoy se sabe que la sustancia gris central es el núcleo de conexiones del sistema analgésico. En circunstancias normales, sus neuronas liberan transmisores inhibidores en todo momento e impiden que el bulbo raquídeo, situado en la profundidad, y el tracto dorsolateral que desciende, desde ahí, por toda la médula espinal produzcan encefalinas; el conmutador del sistema analgésico corporal se encuentra, por decirlo de alguna manera, inactivo.

Es el estímulo doloroso el que activa la palanca del conmutador, de acuerdo con el principio de inhibición de la inhibición. Cuando nos clavamos, andando, un casco de vidrio, la señal asciende, a través de las vías pertinentes, por un lado hasta la corteza, donde se hace consciente en forma de dolor, y, por otro, a la sustancia gris perisilvina. Ahí, el estímulo doloroso inhibe las neuronas inhibitorias, con lo que el sistema analgésico se puede poner en marcha: el bulbo raquídeo y las terminaciones nerviosas del tracto dorsolateral liberan encefalina y frenan, de este modo, el impulso doloroso a su llegada a la médula. Por eso, el pisotón del casco produce, en un primer momento, un dolor intenso, pero luego desaparece con bastante rapidez.

En cierto modo, esta señal facilita la supervivencia. Los estímulos dolorosos mantenidos exigen una atención extrema y agotan la capacidad cerebral. Una lesión grave nos dejaría casi paralizados, en un momento en el que es necesario huir enseguida de la zona de peligro. Ante estas situaciones de emergencia, el estrés activa el sistema supresor del dolor y libera encefalinas analgésicas. Esta es la razón por la que los heridos de guerra, llegados del campo de batalla, se mostraban tan resistentes al dolor para Beecher. Aún más importante parece el segundo cometido del sistema analgésico endógeno: suprime la descarga neuronal persistente de los receptores del dolor e impide, de este modo, que el dolor se grabe en la memoria y se cronifique.

**SUBIDA Y BAJADA.** Los estímulos dolorosos de todo el cuerpo llegan hasta el cerebro a través de las vías nerviosas ascendentes (*en rojo*). Sin embargo, al mismo tiempo, se activa el sistema analgésico (*en azul*) que suprime el dolor.



también notó dolor en los dedos, pero su causa estaba clara y el dolor le parecía mucho menos peligroso que la tortura de la extracción.

En general se puede decir que todo dolor agudo, bien localizado, del que conozcamos su origen y su importancia,

desaparece y se olvida con mayor facilidad. Sin embargo, ese perro guardián de la salud a menudo ladra cuando el peligro ya se ha esfumado. La naturaleza torturante se puede independizar y trocar en una compañía permanente. Al igual que sucede con las palabras, que

vamos aprendiendo sin cesar, el estímulo doloroso sostenido se graba en nuestras circunvoluciones cerebrales y se transfigura en una memoria de dolor. Nuestro grupo ha investigado también qué sucede en el cerebro cuando el dolor se cronifica.





## 5. EL PODER DE LA ADORMIDERA.

La morfina, que antes se extraía de la adormidera, aminora la actividad (*en rojo*) inductora de dolor en el sistema límbico.

La apoplejía leve del tronco encefálico de uno de nuestros pacientes le había irritado algunas vías dolorosas que transmiten las señales somatosensoriales del miembro inferior izquierdo. Debido a la lesión, las neuronas emitían impulsos erróneos que se percibían como si procedieran de la región representada, es decir, del miembro inferior izquierdo. Esta descarga permanente no resultó inocua. Al cabo de un año, el paciente tenía una sensibilidad extraordinaria al dolor en la pierna y en el pie izquierdos. Así, cuando se ponía los calcetines, este levísimo contacto motivaba dolores urentes y mantenidos. ¿Cómo pudo establecerse esta alodinia? Exploramos al paciente inmediatamente después del ictus, así como un año más tarde. La solución del problema nos la dio la EGM. Durante la primera prueba, los estímulos táctiles se proyectaron justo en el lugar que les corresponde, a saber, en la región somatosensorial del pie, pero un año después se había establecido una nueva proyección que se encaminaba desde el tálamo directamente hacia la porción posterior de la circunvolución cingular.

### Reorganización funesta

Sin duda, la emisión constante de señales de la región dañada había inducido un cambio en las comunicaciones cerebrales y abierto vías nerviosas, que todos poseemos pero que habitualmente no utilizamos. Tales transformaciones neuroplásticas determinan, en última instancia, una sensibilización del sistema somatosensorial; en virtud de la misma, los estímulos táctiles cotidianos, que en condiciones normales ni siquiera percibimos, producen de repente un dolor insoportable. Estas falsas percepciones constituyen un signo característico de que el mensaje nociceptivo ha llegado a la memoria del dolor.

Existe un dicho alemán que reza: “un indio no conoce el dolor”. No sólo es ab-

surdo, sino también peligroso. Los impulsos nerviosos constantes de una región dolorida del cuerpo inducen transformaciones cerebrales con secuelas graves y la cronificación del proceso. Sin embargo, si se trata a tiempo el dolor, éste ya no puede dejar ninguna huella en la memoria.

Una vez que el dolor ha quedado grabado en el sistema nervioso, el tratamiento se torna muy complicado. Así, entre los pacientes con dolor crónico, el elemento desencadenante original, por ejemplo, un prolapsio de un disco intervertebral, puede haber desaparecido mucho tiempo antes y, a pesar de ello, el perro guardián no cesa de ladrar. El dolor se ha desacoplado de su causa y lleva, por así decir, vida propia. Afortunadamente, el cerebro se puede modular hasta edades avanzadas; las propias alteraciones neuroplásticas llegan a revertir.

Con todo, en este caso, los medicamentos ya no sirven. Los dolores crónicos responden, a menudo, mucho mejor a la psicoterapia. La investigación auxiliada por técnicas de formación de imágenes ha revelado por qué la sensación de dolor y el estado anímico se encuentran tan íntimamente relacionados. Todos los sistemas corporales que inhiben o refuerzan el dolor se hallan sometidos al control del cerebro y, en consecuencia, de la conciencia. Así pues, tenemos un arma en nuestra cabeza, pues con nuestro pensamiento podemos regular la vivencia dolorosa de forma consciente.

Nuestro paciente con ictus deberá, en última instancia, interrumpir las nuevas comunicaciones neuronales establecidas entre el tálamo y el cíngulo. Los dolores no desaparecerán de inmediato, pero no resultarán tan atormentadores. Una posibilidad sería contemplar el ardor del pie de una manera más racional, distanciándose mentalmente.

BURKHART BROMM es director emérito del Instituto de Fisiología de la Clínica Universitaria de Hamburgo-Eppendorf.

#### Bibliografía complementaria

NERVOUS SYSTEM PLASTICITY AND CHRONIC PAIN. J. Sandkühler, B. Bromm y G. Gebhardt. Elsevier; Amsterdam, 2001.

HANDBUCH CHRONISCHER SCHMERZ. U. Egle, S. Hoffmann, A. Lehmann y W. Nix. Schttauer Verlag; Stuttgart, 2002.

# Migrañas

Determinadas mutaciones pueden llevar  
a una inflamación dolorosa de las meninges

Hartmut Göbel y Axel Heinze

**L**os golpes y martillazos en la cabeza resultan insoportables. La luz, los ruidos y los olores producen, de repente, un dolor intenso; cualquier movimiento, por mínimo que sea, exacerba las molestias. A menudo los dolores afectan sólo a un hemisferio cerebral (hemicrania), pero son tan intensos, que los afectados pien-

san que su cabeza va a estallar. El cuadro se acompaña de náuseas y vómitos. Es un flaco consuelo saber que Sigmund Freud, Hildegard von Bingen, Marie Curie, Charles Darwin, Karl Marx, Friedrich Nietzsche y otras celebridades se quejaron de estos dolores.

A los afectados y a su entorno les resulta sorprendente e incomprensible el paso brusco de un bienestar satisfactorio a un sufrimiento agudo, y vicever-

sa. Puesto que la exploración médica se revela incapaz de diagnosticar ninguna causa directa de la enfermedad, ni siquiera con las técnicas modernas de formación de imágenes, quienes la ignoran piensan que se trata de un comportamiento teatral o manifestación de algún trastorno psíquico. Pero la migraña es una enfermedad fisiológica cuyas causas se han venido investigando con creciente profundidad hasta llegar a su mecanismo molecular.

Si preguntamos a los afectados qué desencadena, en su opinión, los ataques de jaqueca, recibiremos siempre las mismas respuestas: cambios de estados de tensión a otros de relajación, en concreto en los fines de semana; alteraciones hormonales durante la menstruación; cambios atmosféricos; alteración del ritmo sueño-vigilia o descanso-actividad. A veces, los dolores aparecen incluso por sólo retrasarse la hora de la comida o por haber bebido alcohol. Todos estos desencadenantes se pueden reducir a un denominador común: irregularidades en el modo de vivir.

## Dormir lo suficiente es tabú

Pero, ¿cómo puede la más mínima desviación de la rutina provocar unos dolores tan insoportables? En los pacientes de jaqueca, las neuronas del cerebro reaccionan con hipersensibilidad en cuanto parece que está amenazado un equilibrio interno o externo. La culpa la tienen, en esta como en otras muchas enfermedades, los genes; errores en el genotipo producen defectos en los canales iónicos, túneles proteínicos a través de los cuales los átomos y moléculas, dotados de carga, atraviesan la membrana celular. A los afectados se les puso ya en la cuna una predisposición a la migraña.

De cierta variante, que sólo se presenta en determinadas familias ("migraña hemipléjica familiar"), se ha identificado ya su causa. Se trata de dos defectos genéticos, que, entre los dos, son responsables de casi tres cuartos de los casos de este tipo de jaqueca. En algunos

## Presagios de la desdicha

Uno de cada diez pacientes de migraña experimenta, poco antes del ataque doloroso, un "aura": se le aparecen imágenes fantásticas a un lado del campo de visión, como líneas que se mueven en zigzag, rayos o centellas. A veces, el aura va acompañada de parálisis o trastornos sensoriales en una parte del cuerpo, así como de lalopatías. Propio del aura migrañosa es que los síntomas se expandan poco a poco durante varios minutos. Bien es verdad que desaparecen antes de una hora, pero el sufrido paciente no puede alegrarse por ello. Sabe que, en los próximos sesenta minutos, el martillo neumático comenzará su trabajo; el dolor de migraña empieza a actuar y continúa después durante unas horas y, a menudo, hasta tres días. Sólo esta persistencia característica diferencia el aura de la migraña de los trastornos circulatorios transitorios del cerebro.

El aura de la migraña se dispara posiblemente por lo que se denomina una onda de despolarización neuronal. Simultáneamente se extiende una modificación del potencial de membrana de las neuronas hacia valores más positivos de entre tres a cinco milímetros por minuto. Por lo general, la onda de despolarización se limita a la mitad posterior de un hemisferio cerebral; esta onda la recorre, partiendo del lóbulo occipital, en el transcurso de entre cinco a diez minutos. Los típicos trastornos ópticos del aura podrían deberse a la paralización transitoria de las conexiones nerviosas en el córtex visual.

### IMAGENES

**FANTASTICAS.** Si un paciente de jaqueca ve los síntomas de un aura como estas líneas zigzagueantes en su campo de visión, sabe que se le viene encima el siguiente ataque de migraña.



pacientes se halla afectado un gen del cromosoma 19 que codifica a un canal del ion calcio. El otro gen conocido de la migraña lo acaba de caracterizar Maurizio De Fusco. Se encuentra en el cromosoma 1 y contiene la información genética de una subunidad de la bomba de sodio-potasio. Por consiguiente, una mutación altera el contenido iónico de las células.

En los pacientes de los otros tipos de migraña, la raíz del mal debería ser también algún defecto innato de los canales iónicos, si bien no se han descubierto aún, en estos otros casos, las mutaciones concretas. Por causa de la alteración del contenido iónico, las neuronas pierden muy fácilmente el control sobre la liberación de los neurotransmisores. Así, una irregularidad, de suyo inofensiva, en el modo de vida puede bastar para inundar el cerebro con mensajeros excitadores, en especial glutamato. Con ello se activa en el tronco encefálico el sistema trigémino-vascular. Valiéndose de la tomografía computarizada por emisión de positrones, el grupo encabezado por Hans-Christoph Diener, de la Universidad de Essen, visualizaron este “generador de migrañas”.

Desde esa área, un nervio singular —el “trigémico”— llega, entre otros, a las meninges, membranas que revisten el endocráneo. En un acceso de jaqueca, el nervio activado libera CGRP (abreviación inglesa de Colomin Gene Related Peptide), neuroquinina A o sustancia P, neuropéptidos. Tal activación produce en algunos puntos de las meninges una inflamación que moviliza, allí, a los receptores del dolor. Estos convierten después el pulso de los vasos sanguíneos de las meninges (en condiciones normales apenas perceptible) en el dolor insistente y martilleante de la migraña.

Algunos analgésicos comunes, pensemos en los antiinflamatorios ácido acetilsalicílico (“aspirina”) y el paracetamol, pueden sofocar en su origen los ataques de migraña de la mayoría de los afectados. Algunas veces los médicos prescriben, además, un fármaco contra las náuseas, como la metoclopramida. Su ayuda es doble, pues con su presencia los analgésicos alcanzan antes al organismo y su efecto resulta más eficaz.

Por desgracia, no bastaban para aliviar a todas las víctimas de la jaqueca. Para los casos algo más severos, hasta ahora sólo se podía echar mano de las ergotaminas, sustancias derivadas del hongo del tizón del centeno (*Claviceps purpurea*), muy venenoso. Mas estos fármacos, no muy eficaces, suelen soporarse mal: pueden empeorar el malestar de la migraña y, además, provocar tras-

tornos circulatorios y nuevas cefalalgias (los “dolores de cabeza inducidos por los fármacos”).

Esta situación poco satisfactoria cambió de pronto en 1993. Se introdujeron los triptanos. Imitan a la serotonina, un neurotransmisor. Pero se han producido *ex professo* para que se unan sólo a un tipo de receptores de serotonina que tiene su sede en los apéndices del nervio trigémino. Si se activan, estos receptores impiden que se liberen los neuropéptidos causantes de las inflamaciones de la meninge, en concreto el CGRP.

La investigación clínica confirma el éxito arrollador de los triptanos. Sólo dos horas después de la ingesta desaparecen los dolores en casi un treinta por ciento de los pacientes; en otro cincuenta por ciento se liberan de gran parte de las molestias. Y es indiferente si se administra en cuanto se presenta el acceso o después de algún tiempo. Igual que se muestran tan exigentes con sus socios estructurales, los triptanos tienen también muchos menos efectos secundarios que la ergotamina, que se inserta en toda una serie de proteínas receptoras de diversos neurotransmisores. No obstante, no son adecuados —como tampoco la ergotamina— para quienes sufren trastornos circulatorios, pues pueden constreñir los vasos sanguíneos.

Este grupo de pacientes deben ceñirse al segundo recurso de la terapia moderna de la jaqueca para prevenir los ataques. La mejor receta indicada deriva del desencadenante directo de la migraña; con otras palabras, el mejor remedio es la regularidad en el modo de vida. Siguiendo este consejo, los afectados deberían guardar un ritmo sueño-vigilia equilibrado. Dígase lo mismo del comer, beber y deporte, actividades en las que hay que evitar excesos. Otro consejo: elaborar estrategias que permitan superar el estrés y el dolor. Suelen ayudar, en las fases de estrés, métodos de relajación como la “relajación muscular progresiva de Jacobson”.

A quienes sufren la migraña más de seis días al mes se les suele prescribir, como medida preventiva, fármacos complementarios, indicados también en pacientes que, por causas varias, no admitan triptanos o les resulten contraproducentes. Los fármacos preventivos comparten un carácter peculiar: ninguno de ellos se desarrolló para aliviar la jaqueca. Los pacientes los tomaron en el tratamiento de otras patologías y advirtieron, por azar, que también les beneficiaba en accesos de cefalalgia. Se da tal concomitancia en los bloqueadores beta, prescritos contra la hipertensión arte-



rial; los antidepresivos tricíclicos y algunos antiepilépticos reducen la propensión a la migraña, si se toman a diario durante cierto tiempo.

### Primeros flancos de ataque

Con estos profilácticos de la migraña el cerebro se torna menos sensible a los estímulos externos e internos. En general, el mecanismo de acción de la mayoría de estas sustancias permanece todavía bastante oscuro. Sabemos, por los estudios clínicos, que surten efecto los bloqueadores beta en los pacientes migrañosos con tensión arterial normal o baja, es decir, cuando no supone un cambio del diámetro del vaso sanguíneo. Algo más se conoce en el caso de los antiepilépticos; reducen la excitabilidad de las células nerviosas para prevenir ataques epilépticos, lo que comporta un alivio de la migraña. Por desgracia, tampoco estos medicamentos se hallan exentos de efectos secundarios: suelen producir cansancio. Además, sólo en contados pacientes eliminan del todo los ataques de jaqueca. Para el resto de los afectados, hemos de volver a los triptanos en cuanto se insinúa una nueva cefalalgia.

Esta situación podría cambiar pronto, pues los dos defectos génicos de los canales iónicos, recientemente identificados, ofrecen unos primeros flancos de ataque para atajar el mal de raíz, a saber, en sus causas moleculares.

---

HARTMUT GÖBEL es catedrático de neurología de la Universidad de Kiel, cuya clínica del dolor dirige. AXEL HEINZE trabaja como jefe médico en el mismo hospital.



# Personalidad múltiple

En los momentos en que se producen situaciones comprometidas y graves sufrimientos, las personas ejecutan un plan de urgencia: “Esto no me está pasando a mí, ése no soy yo”, dice nuestra conciencia. Algunos individuos, sin embargo, pierden el control del mecanismo de autodefensa

Ursula Gast

**P**or tercera vez Catalina B., de veintiocho años de edad, ingresa en la clínica psiquiátrica. De nuevo ha recurrido a los barbitúricos para quitarse la vida. Cuando la doctora de guardia le interroga sobre su estado, la joven se muestra incapaz de describirlo con claridad. Tuvo una pelea con su marido. ¿Fue ésa la causa de su intento de suicidio? La doctora insiste: “¿Le sucede a menudo no poder acordarse de determinadas situaciones?”. Catalina reacciona entonces con sorpresa. Hasta ahora nadie había aludido de forma tan directa a un problema que ella misma siempre procuró mantener oculto. En efecto, en numerosas ocasiones, ha sentido la impresión de que había perdido retazos de tiempo.

Se le diagnosticó un “trastorno disociativo de la personalidad” (también conocido como personalidad múltiple), una afección psíquica que, entre los especialistas, se halla sometida hoy a controversia. ¿Existe siquiera tal enfermedad? ¿No se trataría de un fenómeno histérico que se ha puesto de moda en Norteamérica? ¿Han sufrido los afectados traumas graves o son meras víctimas de terapeutas obcecados? No resulta difícil establecer un cuadro objetivo de esta afección. Para Frank Putman, el trastorno de identidad disociativo supone “un elemento crucial para el conocimiento de la consciencia”. Para otros, en cambio, vendría a ser lo que gráficamente se ha dado en llamar la “locura del terapeuta”.

El marido de Catalina había advertido que en su mujer “algo no funcionaba bien”. Le reprocha que una y otra vez se

comporte “como otra persona” o “como un niño”. En estas discusiones Catalina sufre auténticos ataques de pánico, porque no puede acordarse de esos episodios a los que se refiere su esposo. Pero, ¿cómo puede hacérselo comprender de forma creíble? Posiblemente se quedaría horrorizado si le pusiera al corriente de sus lagunas de memoria y le dijera, por ejemplo, que no puede recordar su boda ni el nacimiento de su hija tan siquiera. Ella misma ha sufrido en su propio cuerpo signos inconfundibles de blancos en sus recuerdos. En más de una ocasión ha observado círculos de quemaduras en los antebrazos. ¿Es posible que se haya quemado con un cigarrillo sin darse cuenta?

Pese a sus repetidas visitas a la clínica psiquiátrica, en episodios de depresión e intentos de suicidio, nunca se había atrevido a hablar de ciertos síntomas. De manera especial le aterrorizaba que se la tomara por enajenada mental o loca. Ahora, sin embargo, el diálogo terapéutico seguía otro derrotero: la conversación directa y franca sobre determinados síntomas nunca revelados logra que, por fin, la paciente confiese la angustia que le atenaza.

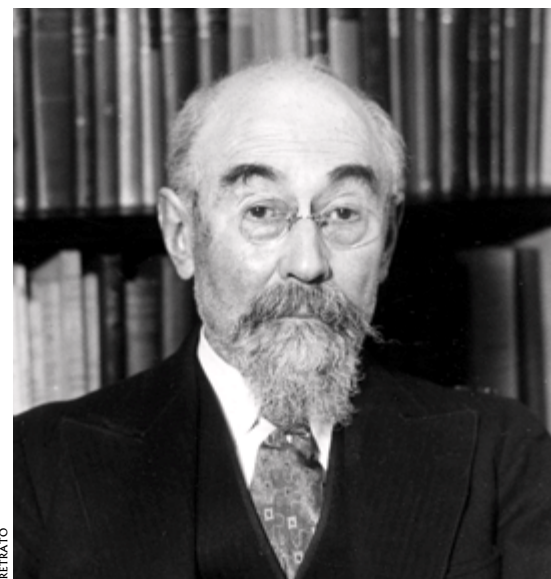
En los últimos tiempos constituía para ella una auténtica tortura ser consciente

de cuán fría se sentía en su interior. Cuando su hija pequeña, con las primeras tentativas para echar a andar, se cayó de bruces, no sintió compasión ni pesar, sino pura indiferencia. ¿Habría habido incluso momentos en los que causara algún daño a la niña?

Pero existe algo más que le produce desasosiego. A menudo tiene la vaga impresión de que hay “otra persona” en su interior, cuya presencia se hace perceptible ocasionalmente. Además, oye voces en su cabeza: la de la pequeña y miedosa Kati y la del colérico e irascible Kai. Ambos parecen conversar entre sí; eso a Catalina suele producirle consuelo, aunque también la atemoriza. En otras situaciones nuestra paciente se había presentado a sí misma, de forma

## 1. EL PADRE DE LA DISOCIACION.

Pierre Janet (1859-1947), psicólogo, psiquiatra y filósofo francés, popularizó el concepto de la disociación, según el cual los contenidos de la consciencia pueden quedar escindidos.



RETRATO

manifiesta y reiterada, bajo otros nombres. Siguiendo la estrategia vital que ha mantenido hasta la fecha de mantener los “ojos cerrados a cal y canto”, Catalina se había esforzado en no pensar en estas cuestiones. Pero ahora que su marido le ha amenazado con la separación, no puede seguir ignorando este problema.

La doctora no titubeó en el diagnóstico: trastorno de identidad disociativo. Se trata, le explica a la paciente, de una especie de intento de autocuración por parte de la psique en relación con episodios vitales graves. No nos hallamos ante un caso clínico desconocido. El trastorno de identidad disociativo (TID) entró en la psiquiatría hace más de un siglo. Pierre Janet (1859-1947) realizó una curiosa observación en algunos de sus pacientes que habían tenido experiencias vitales traumáticas: determinadas formas de conducta y también algunos recuerdos de los afectados parecían escapar a su control consciente. Habían separado momentáneamente los diferentes contenidos de la consciencia tras un suceso traumático, existían uno al lado del otro y llevaban, en tanto que “ideas fijas”, una vida independiente. A este proceso le llamó Janet en 1889 disociación.

### Janet contra Freud

El concepto se convirtió pronto en tema de enconado debate en los círculos filosóficos y psiquiátricos. Janet se enfrentaba a Sigmund Freud, quien había observado síntomas semejantes en sus pacientes histéricas. Para el vienés, la causa primera de estos trastornos eran las experiencias traumáticas, especialmente los abusos en el seno familiar. Más adelante, sin embargo, abandonó tal explicación para considerar fantasías las descripciones de sus pacientes. Su teoría de la represión, tan adecuada para la sociedad del momento, allanó el camino al psicoanálisis. Dicha teoría y los trabajos de Eugen Bleuler sobre la esquizofrenia habrían de dominar en los decenios inmediatos las principales corrientes psiquiátricas y psicoterapéuticas. El concepto de la disociación decayó. Si bien, hasta 1944, se publicaron más de setenta casos de TID.

Hubo que esperar a los años setenta para que rebrotara el interés por la investigación de los traumas. Influyeron en ello, por un lado, las secuelas de la guerra de Vietnam y, por otro, el movimiento feminista, que trajo a primer plano la cuestión de los abusos sexuales. A raíz de ello, en 1980, se dio entrada a los trastornos disociativos junto con otras afecciones postraumáticas en la, por entonces,



**2. YO SOY MUCHOS.** Las personas con un trastorno de identidad disociativo experimentan aspectos escindidos de su personalidad como si fueran personas genuinas.

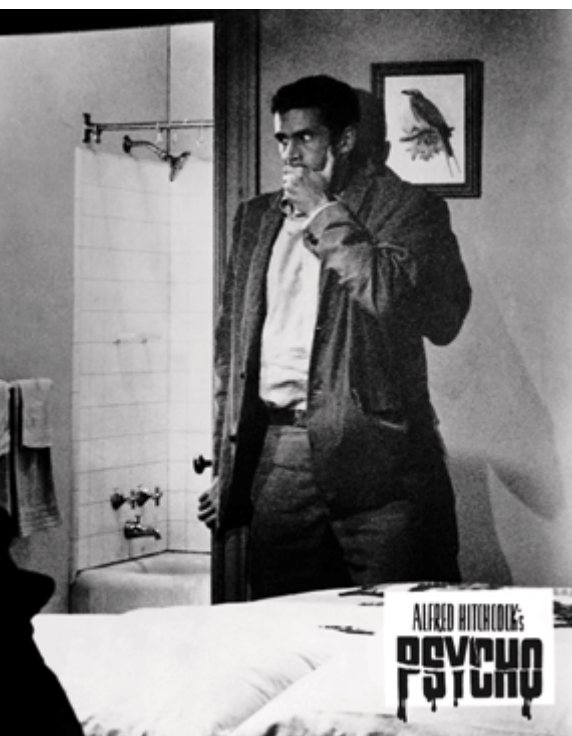
ces, tercera edición del *Diagnostic and Statistical Manual of Psychiatric Disorders* (DSM-III), libro de referencia clásico de los trastornos psiquiátricos. Este reconocimiento oficial desencadenó una extensa serie de investigaciones en el terreno de la disociación. La imagen de la enfermedad se había vuelto ahora asequible gracias al empleo de métodos normalizados; en esa onda, se hizo evidente que el TID aparecía con una frecuencia muy superior a lo supuesto hasta entonces. Diferentes estudios llevados a cabo en Norteamérica, Europa y Turquía llegaron a la conclusión de que hasta un 5 % de los pacientes psiquiátricos investigados, mujeres en su mayoría, sufrían un TID. Se admite hoy que la proporción del sexo femenino entre los afectados asciende al 80 %.

Muchos enfermos de TID relatan vivencias traumáticas ocurridas en su infancia. De éstas, un noventa por ciento se refieren a abusos corporales o sexuales. Hay también casos relacionados con crueldad emocional, desatención absoluta, pobreza o con haber presenciado una muerte violenta. Comparados con otros

enfermos psíquicos, los pacientes investigados habían sufrido experiencias traumáticas especialmente frecuentes y especialmente graves. Todo ello avala la hipótesis de que los traumas infantiles repetidos suelen desembocar en una disociación permanente de la personalidad.

Per no todos admiten la hipótesis. Se reprocha a los terapeutas la provocación en sus pacientes de la aparición espectacular de diferentes personalidades de forma voluntaria o incluso inconsciente. Pero tal objeción carece de fundamento: sólo en raras ocasiones se deja observar durante la consulta un cambio de personalidad. Por el contrario, como se acaba de mostrar en el caso que se ha tomado como ejemplo, la mayoría de los afectados procuran ocultar a sus allegados esos terribles síntomas disociativos. Entre los signos patognomónicos se numeran problemas de la memoria, estados de trance, voces interiores aterradoras y rastros evidentes de hechos o actuaciones de los que al sujeto le resulta imposible acordarse. El diagnóstico ante un determinado comportamiento de “diferentes personalidades” es tan poco





DEED-MOVIES

### 3. PERSONALIDAD MÚLTIPLE.

En la película *Psicosis* de Hitchcock, Norman Bates representa un sujeto con personalidad múltiple. Cree que su madre ha apuñalado a una mujer en la ducha. En realidad, su madre ha muerto hace años y lleva en la consciencia de Norman una vida propia, a modo de un fragmento escindido de su personalidad.

#### Recuerdos olvidados

Esta posición no resiste hoy un análisis científico riguroso. En los años 1994 y 1995 Linda M. Williams entrevistó a 129 mujeres que antes de cumplir los diecisiete años habían sido examinadas en hospitales por haber sufrido abusos sexuales. Aproximadamente el 38 % de ellas no relataron nada sobre esos sucesos, que, sin embargo, estaban cabalmente documentados. De sus respuestas se infería que su silencio no se debía a ningún acto voluntario, sino al mero olvido, en el momento de la encuesta, de tales acontecimientos pretéritos. Algo semejante observaron Cathy S. Widom y Norval Morris en 1977. Entrevistaron a 96 personas en las que veinte años atrás se había probado en instancia judicial la existencia de abusos sexuales. Tampoco en este caso el 37 % de los encuestados aludió al trauma. Por otro lado, Hans Markowitsch ha podido comprobar, aportando incluso imágenes funcionales, el fenómeno del bloqueo de la memoria autobiográfica en el plano fisiológico de la corteza cerebral.

La controversia pone sobre el tapete, cierto es, la existencia de puntos débiles del concepto de TID. Los criterios diagnósticos oficiales hasta ahora empleados encubren un diagnóstico arbitrario. Demasiado abstractos, los criterios describen la enfermedad de forma harto imprecisa. Por esta razón, el TID ha permanecido para muchos terapeutas como algo nebuloso, carente del rigor preciso. Es necesario establecer un catálogo transparente de criterios, como el que ya existe para otras enfermedades psíquicas (trastornos depresivos o cuadros de estrés postraumáticos).

¿Dónde reside el sustrato biológico de la disociación? El comportamiento

### 4. ESTO NO ME ESTA PASANDO

A MÍ. Así expresó una paciente con un trastorno de identidad disociativo su recuerdo de un episodio incestuoso.

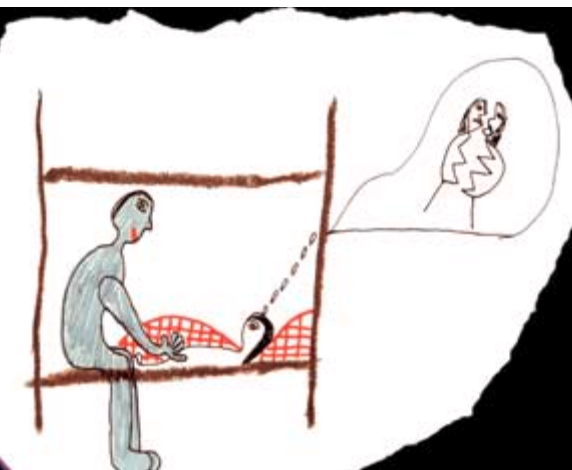
de los sujetos con TID varía, en determinadas situaciones, de un modo muy brusco. Observado desde el exterior, el paciente parece actuar como una persona distinta; exactamente así es como se sienten también los propios afectados. A pesar de que los trastornos se manifiestan en cada paciente con perfiles propios, podemos reconocer un modelo básico característico: junto a una "persona común", que tiende a exhibir más bien pocas vivencias afectivas, actúan ocasionalmente una o más "personas" que se dirían inmersas en emociones traumáticas. Naturalmente, no se trata aquí de diferentes personalidades que se hallan en un mismo cuerpo, sino de aspectos escindidos de una personalidad global que, sin embargo, son experimentados como identidades propias. Los enfermos no pueden domeñar la permuta en otra persona; suelen hacerlo de forma totalmente involuntaria.

Ellert Nijenhuis sostiene la hipótesis de que toda persona dispone al menos de dos sistemas de funcionamiento innatos: un sistema cotidiano normal y otro de supervivencia para situaciones de extremo peligro. Cuando se producen graves amenazas emocionales, la consciencia se retira; se desconecta, para ponerse a salvo de los estímulos afluyentes y de las emociones violentas. Las consecuencias de este mecanismo de urgencia se exteriorizan en los síntomas postraumáticos, como las imágenes del pasado ("flashbacks") de carácter opresivo o angustioso, que se intercambian con estados de sordera emocional y de apatía.

#### Fantasías protectoras

En condiciones normales, el sistema cotidiano y el de supervivencia tornan a integrarse en la consciencia. Pero, en los casos de traumas repetidos y persistentes acaecidos durante la infancia, podría dejar de desarrollarse la capacidad de integración del cerebro. En particular, los abusos sexuales incestuosos fuerzan la activación de una estrategia de superación de carácter disociativo. Como las personas allegadas intentan negar estos sucesos, el niño se refugia en la idea de que semejante atrocidad no le ha ocurrido a él, sino a otro. En consecuencia, no es raro que elabore una serie de figuras proyectivas totalmente fantásticas; a éstas les acaba otorgando individualidad convirtiéndolas en personalidades independientes.

La causa originaria de la disociación reside, por tanto, en la necesidad de crear una realidad interna que garantice la supervivencia emocional en situaciones



PRAXIS DER TRAUMATHERAPIE, DIRIGIDO POR F. LAMPRECHT, VERLAG FRIEDRICH BECK, KLETT-COTTA, 2001



## Personalidad múltiple: Nociones básicas

Los manuales diagnósticos oficiales de la Sociedad Americana de Psicología (APA) y de la OMS describen los trastornos de identidad disociativos de una manera abstracta. Los terapeutas carecen así de una guía orientativa clara. Por eso, el TID pasa inadvertido; si los terapeutas sospechan de su presencia, no se atreven a diagnosticarlo por miedo a errar. Ante esa situación, en el departamento de psiquiatría clínica de la Universidad de Hannover, dirigido por H. M. Emrich, en colaboración con Luise Reddemann, psiquiatra y psicoterapeuta de Bielefeld, estamos trabajando para establecer una serie de criterios diagnósticos precisos para el TID. Compararemos ochenta pacientes femeninos, que hasta ahora han sido diagnosticadas de TID de forma clínicamente segura, con otras pacientes psiquiátricas y con sujetos sanos de control. Como base nos hemos servido de una nueva ayuda diagnóstica racional desarrollada por Paul Dell, del Centro de Recuperación de Traumas de Norfolk. El cuestionario divide los signos diagnósticos del TID en tres grupos:

*Contenidos de la memoria y de la percepción no completamente integrados:*

- Problemas de memoria, vivencias de alienación ante sí mismo o ante el medio, imágenes del pasado ("flashbacks") y estados de trance.

*Vivencias de identidad no completamente integradas:*

- Referencias a identidades personales parcialmente escindidos, de los cuales habla, piensa o siente como no pertenecientes a sí mismo; capacidades vividas como impuestas o realizadas por otro. El paciente oye voces (infantiles) interiores o voces que critican a las otras identidades.
- Referencias a identidades personales completamente escindidos: extensas lagunas de memoria con la sensación de "vacíos en el tiempo", comportamientos que no pueden recordar. Los afectados encuentran objetos de cuya adquisición no guardan memoria, tienen signos o huellas de autolesiones de cuya aparición no saben absolutamente nada.

Los cambios momentáneos entre las distintas personalidades no figuran en este catálogo.

de emergencia. Sin embargo, lo que una vez había sido elaborado como estrategia de superación, al producirse los traumas de forma repetida termina por emplearse de manera cada vez más independiente; queda así establecida la reacción disociativa. Por esa vía pueden construirse muchas "personas" diferentes, que en la mayoría de las ocasiones no

pasan de diez, pero que en los casos extremos pueden alcanzar el número de veinte e incluso más. A pesar de que los pródromos y los primeros síntomas de TIF aparecen en su mayoría durante la infancia, el trastorno suele diagnosticarse en la edad adulta. El núcleo de la enfermedad no se encuentra en la disociación propiamente dicha, sino en la circunstancia de que la estrategia de superación disociativa se independice y pase a convertirse en una carga para la vida cotidiana.

¿Cómo llegó la doctora a establecer el diagnóstico de Catalina? Contaba con unos elementos sospechosos muy característicos: los problemas de memoria y las amnesias eran las principales referencias; a ellos había que sumar el fracaso de los tratamientos precedentes, la existencia de tres o más diagnósticos diferentes, la conducta autolesiva y los síntomas psicósomáticos y psiquiátricos multiformes. Al igual que otros pacientes con trastornos de identidad disociativos, Catalina había sufrido en su infancia duros maltratos y abusos sexuales.

Una psicoterapia apropiada para ella, de varios años de duración, va a ayudarla a vivir en una individualidad personal. El procedimiento terapéutico para conseguir este fin ha variado en las últimas décadas. Si a comienzo de los años ochenta el análisis de las experiencias traumáticas se situaba en primer plano, desde mediados de los años noventa se ha instaurado un método secuencial de varias fases. En primer lugar, la cons-

trucción de seguridad. Importa sobremanera que el paciente establezca una relación de confianza con el médico, una tarea nada fácil para muchos enfermos. Al propio tiempo, la paciente tiene que aprender a cortar las imágenes mnemónicas torturantes ("flashbacks"), así como a ejercitarse en la puesta en práctica de reacciones emocionales y estrategias de solución adecuadas para las situaciones críticas. La elaboración de las experiencias traumáticas sigue ocupando una parte importante de la terapia, pero sólo tiene lugar cuando la paciente ha adquirido la consolidación psíquica suficiente como para arriesgarse a volver a recordar y experimentar vivencias traumáticas. De acuerdo con ese guión, Catalina aprenderá a abandonar, paso a paso, la disociación como mecanismo defensivo, para así hacerse cargo de la responsabilidad que conlleva su propia vida.

URSULA GAST, especialista en medicina psicoterapéutica de la Universidad de Hannover, ha investigado en el campo de los trastornos disociativos de la personalidad.

### Bibliografía complementaria

MULTIPLE PERSÖNLICHKEITEN. ÜBERLEBENDE EXTREMER GEWALT. M. Huber. Fischer Verlag; Frankfurt a. M., 1995.

DIE DISSOCIATIVE IDENTITÄTSSTÖRUNG. F. Putman. Junfermann Verlag; Paderborn, 2003.



**5. CARICATURA DE UNA ENFERMEDAD.** El Dr. Jekyll no es una personalidad múltiple. Su extraño comportamiento constituye la consecuencia de un experimento farmacológico realizado sobre sí mismo.

# Arte en la enfermedad de Alzheimer

Las vivencias, los sentimientos y los pensamientos de los pacientes con la enfermedad de Alzheimer suelen permanecer ocultos para los demás. No es el caso del artista alemán Carolus Horn: sus ilustraciones abren una senda poco habitual hacia la vida interior de una persona afectada

Konrad y Ulrike Maurer

“**T**odos hablan del tiempo. Nosotros, no.” A los alemanes de cierta edad les suena ese estribillo. Lo mismo que este otro: “Hay mucho que hacer. ¡Empecemos ahora mismo!”. Se trata de reclamos publicitarios que calaron hasta convertirse en expresión fa-

miliar. Lo que la mayoría ignora es que estos y otros eslóganes son obra de un mismo autor, Carolus Horn (1921-1992). El publicista de mayor prestigio de la

Alemania de la posguerra proyectó y creó algunas de las campañas más conocidas de la época del milagro económico, como las citadas anteriormente sobre el

**1. HASTA EL AMARGO FINAL.** Esta ilustración en color de un folleto de Opel constituye una muestra de la cima alcanzada por el artista gráfico Carolus Horn (*abajo*). La acuarela de la derecha, trazada un año antes de su muerte, refleja la descomposición espectacular de sus funciones intelectuales.



Extraleistung ohne Extrakosten



KAPITÄN

Ein weltmännisch eleganter Wagen, mit dem man gar nicht anders als gut und sicher fahren kann.

In allem: eine überragende technische Leistung ... zu einem Preis, der den Maßstab beim Autokauf verändert hat.





LAS ILUSTRACIONES PROCEDEN DE LA COLECCION "CAROLUS HORN: ALZHEIMER Y ARTE", PROPIEDAD DE NOVARTIS PHARMA



## 2. CADA VEZ MAS COLORIDO.

Estos cuatro cuadros del puente veneciano de Rialto muestran el cambio de estilo (*de izquierda a derecha*): 1978 (tinta lavada), 1980 (aguada), 1986 (lápiz lavado) y 1988 (aguada).



ferrocarril alemán o la compañía Esso; suyas fueron también las campañas de Opel (“Sólo volar resulta más placentero”) y Glücksklee (“Las vacas felices”). Además, aprovechó sus viajes para crear una extensa obra de paisajes y vistas urbanas.

Mediado el decenio de los ochenta, le llegó el diagnóstico fatídico: Alzheimer. Estaba claro que Horn perdería muy pronto su capacidad artística. Curiosamente, sin embargo, su fuerza creativa jamás menguó, a pesar de las manifestaciones progresivas de la demencia. No cesó de pintar hasta poco antes de su muerte. Sus cuadros alcanzaron entonces no sólo una fuerza expresiva completamente nueva, sino que nos permiten ahora seguir la evolución de una enfermedad aleposa. La obra artística de Horn transmite así algo que acostumbra permanecer velado al entorno: la vida contemplada desde el interior de un enfermo de Alzheimer.

## 3. TECNICA DE PINTURA CON FILIGRANA. Chalets de Unterbäch en el Valais (1980, tinta).



## Postales a cambio de queso fresco

Carolus Horn pintó desde su infancia hasta las últimas etapas de su enfermedad. Ya con 3 años dio muestras de talento: dibujó un caballo, no con un par de trazos, sino con todos los detalles, empezando por la cola. Luego, recibió clases de dibujo en una escuela privada y comenzó a elaborar carteles cinematográficos gigantes; para una película de Luis Trenker, entre otros. En noviembre de 1936, cuando tenía 15 años, empezó a trabajar para la agencia norteamericana de publicidad McCann. Sus primeros anuncios, en blanco y negro, portaban el eslogan “Coca-cola, helada, deliciosa y refrescante”.



## 4. COMPOSICION DRAMATICA.

Ataque en el frente ruso (1944, técnica mixta)



Declarada la Segunda Guerra Mundial, fue llamado a filas. Capturado, terminó en una prisión soviética. Su talento le ayudó a sobrevivir. Pintó postales para los furrieles quienes, a cambio, le otorgaban un trato de favor. Recibía raciones complementarias de queso fresco, con las que fabricaba el color blanco.

Desplegó todo su arte en escenas militares, dibujadas sobre papel, como la de un compañero durante un ataque contra el ejército ruso (véase la figura 4). Este dibujo a lápiz destaca por la elasticidad de los movimientos del soldado en combate y da una clara idea del peligro que corría.

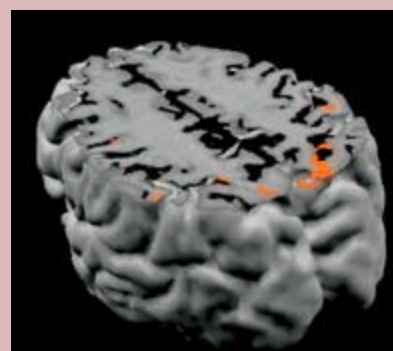
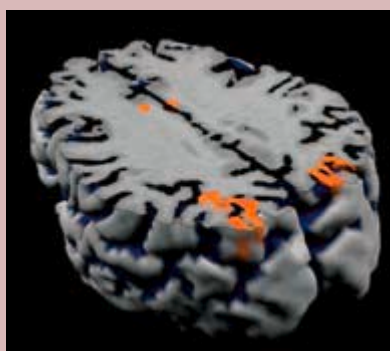
Después de la guerra, Horn regresó a McCann, donde brilló como artista gráfico y diseñador. Con una perfección inimitable, dominaba todas las técnicas de la creación publicitaria: a través de composiciones con perspectiva conseguía la profundidad espacial, introducía fuentes luminosas y efectos brillantes

## Percepción espacial de los pacientes con enfermedad de Alzheimer

El cerebro se contrae en la enfermedad de Alzheimer; en el tejido nervioso se depositan sustancias y el cerebro se va destruyendo paulatinamente. Se resienten muchas funciones intelectuales, sobre todo la orientación, la atención, la memoria y el habla.

Para los artistas enfermos, el cambio en la orientación espacial resulta determinante: ellos ven y sienten las líneas, las superficies, los cantos, las esquinas y las formas redondeadas de modo cada vez más cambiante; aparece la estereognosis. Los pacientes con enfermedad de Alzheimer tampoco reconocen las caras; esta carencia se denomina prosopagnosia. Sin embargo, sobre el plano bidimensional del cuadro pueden reflejarse formas expresivas totalmente nuevas. La imposibilidad para dibujar un dado o una casa en tres dimensiones, es decir, para orientarse en el espacio, constituye uno de los síntomas precoces más fiables de la enfermedad de Alzheimer. Los pacientes tampoco reconocen con facilidad los ángulos, por lo que no saben la hora y mucho menos aún pueden leerla en una esfera luminosa con un indicador.

Gracias a la resonancia magnética (RM) funcional, los investigadores pueden reconocer este defecto de orientación espacial y localizar las regiones del encéfalo que contribuyen a la visión espacial. Este método detecta la actividad encefálica a través de una medición del contenido de oxígeno en la sangre y de la perfusión de las distintas regiones.



KONRAD MAURER

**¿QUE HORA ES?** Los pacientes con enfermedad de Alzheimer tienen, desde el principio, dificultades para leer la hora de un reloj. Tal incapacidad se refleja también en la actividad encefálica cuando se les pregunta la hora (a la izquierda se muestra la actividad de una persona sana y a la derecha, la de un paciente con enfermedad de Alzheimer).

En el laboratorio de neuroimagen del departamento de psiquiatría y psicoterapia I de la Clínica Universitaria de Frankfurt se realizó la denominada prueba del reloj a probandos de edad avanzada y a pacientes con enfermedad de Alzheimer: se les pidió que reconocieran un ángulo de 60 grados entre la aguja pequeña y la grande. La tarea indujo una actividad intensa de la parte superior del lóbulo temporal de las personas sanas, pero se redujo mucho entre los pacientes con enfermedad de Alzheimer (véase la fotografía). Esta región encefálica parece, pues, la responsable de las tareas de orientación espacial; se daña en las primeras etapas de la enfermedad de Alzheimer.



## Arte y psiquiatría

Cuando alguien habla de arte en medicina y, sobre todo, en psiquiatría, evoca de inmediato la figura del psiquiatra y coleccionista de obras de arte Hans Prinzhorn. En su obra *Cuadros de las enfermedades mentales*, investiga la creación artística de enfermos psíquicos. Se trata fundamentalmente de pinturas de pacientes con psicosis endógenas, en particular con esquizofrenia. La visión de las cosas y la percepción anómala de la realidad, debidas a la enfermedad, se reflejan de forma muy llamativa en los cuadros de los pacientes.

Hasta la fecha, apenas se había prestado atención, sin embargo, al arte de los pacientes con demencia. Los primeros artículos sobre las alteraciones en la expresión y destreza artística causadas con la enfermedad de Alzheimer surgieron a finales de los años ochenta del siglo xx. Cierta tiempo des-

pués, los investigadores ilustraron la repercusión de la demencia a través de la obra tardía del holandés Willen De Kooning (1904-1997). Resultó una sorpresa comprobar que algunos pacientes con demencia frontotemporal desplegaban una destreza artística insospechada en los campos de la pintura y de la música.

Sin embargo, han sido los cuadros de Carolus Horn los que han demostrado de qué forma se modifica la capacidad artística en el transcurso de la enfermedad de Alzheimer. A diferencia del expresionismo abstracto de De Kooning, Horn pintaba su enfermedad con un realismo fotográfico sorprendente. La demencia no se manifiesta tanto por contenidos poco habituales, cuanto por los cambios formales como consecuencia de la pérdida de la función intelectual.

refinados; en definitiva, transmitía una atmósfera muy intensa. Sus representaciones, minuciosas y realistas, tienen más interés y vida que las mismas fotografías. Merece resaltarse la campaña de Opel, donde el vehículo refleja una imagen fascinante (véase la figura 1). Sin embargo, Horn no se limitó a la publicidad. Con su esposa realizó, hasta las primeras etapas de la enfermedad de Alzheimer, numerosos viajes, que documentó en sus cuadros paisajistas y urbanos. Le sacó máximo partido al dibujo con tinta china; se comprueba en la técnica de filigrana con que dibujó Unterbach, en el cantón suizo de Valais, el año 1980 (véase la figura 3). Contaba entonces unos 60 años, época en que aparecieron los primeros síntomas clínicos y los primeros cambios en sus obras. Confesaba ya que le costaba, cada vez más, pensar y hablar. Sus compañeros de la agencia lo advirtieron un poco más tarde, aunque mantuvieron un silencio respetuoso.

### Cuadros rígidos

La evolución de su enfermedad puede seguirse a través de las cuatro imágenes del puente Rialto de Venecia (véase la figura 2). Si se compara con la primera versión del año 1978, la de 1980 resulta tenebrosa y lenta, posiblemente por su estado depresivo, frecuente al comienzo de la enfermedad de Alzheimer. Sin embargo, con la progresión de la misma, los cuadros fueron adquiriendo colores de creciente intensidad; amarillos primero, aunque también azules y rojos.

Al mismo tiempo, decayó la expresividad y los cuadros acabaron tornándose rígidos. Pese a todo, Horn intentaba exponer la perspectiva, si bien se sentía cada

vez más impotente para respetar el principio clásico de la geometría de alineación, con reducción de las personas y objetos en función de la distancia. Aunque los ángulos, los lados y las superficies estaban bien definidos, a partir de 1986 dejan de respetar las leyes de la gravedad. Así, los raíles horizontales de las rampas de ascenso y descenso del puente discurren, ahora, paralelos a los pretilos y a la cubierta. Aparentemente, el pintor se había vuelto incapaz de reconocer y representar las dimensiones horizontales y verticales. Padecía agnosia, condición en que se percibe el ambiente de forma cada vez más deformada; y así lo reproducía (véase el recuadro "Percepción espacial de los pacientes con enfermedad de Alzheimer").

### Vocablos latinos hasta el final

Al comienzo de la enfermedad, las alteraciones apenas se reflejaban en sus cuadros. Sin embargo, quien conozca la obra artística de Horn notará enseguida detalles como una botella totalmente desasistida de Coca-Cola pintada por el rey indiscutible de la publicidad en materia de refrescos. Los miembros, antaño atractivos, de las mujeres aparecen ahora abombados y desproporcionados. Se aplanan los objetos redondos, conforme desaparecen los efectos de brillo y sombra. Llama especialmente la atención la falta de diferencia entre jóvenes y viejos; todos los personajes alcanzan una misma edad indefinible.

La perspectiva cambia de suerte tal, que la textura espacial del objetivo y de las personas del entorno parece desgarrada. Así sucede con la representación del puente de hierro de Frankfurt de 1985 (véase la figura 6). Los ángu-



5. COLORES ALEGRES Y JOVIALES.  
Grupo folclórico (1986, aguada).



6. PERDIDA DE LA PERSPECTIVA.  
Puente de hierro de Frankfurt del Meno  
(1985, aguada)

7. ¿ALUCINADO? La composición II  
(1987, aguada) refleja una vivencia  
psiquiátrica.







los ya no respetan las normas geométricas; las baldosas desprecian la ley de alineación y no se achican con la distancia. Se aprecia, por el contrario, una gran superficie amarilla, muy llamativa, de aspecto escarpado y levantada a modo de pared. Los personajes, exentos de individualidad, se suspenden ingravidos en el espacio, sin arrojar sombras.

Los cuadros de la época de 1986 a 1988 adquieren mayor color y alegría, no obstante la progresión inexorable de la enfermedad (véase la figura 5). En esta época, Horn llena de ornamento todo el espacio disponible. En un retrato del año 1987 emanan incluso los rasgos psiquiátricos: la duplicación de la boca y de la nariz y los tres ojos podrían obedecer a alucinaciones transitorias, un posible síntoma concomitante de la demencia (véase la figura 7). Durante el año siguiente aparecen frecuentes motivos orientales y rusos, con contrastes llenos de colorido (véase la figura 9).

### 9. CASI UN ICONO. Ornamento I (1988, aguada).

La escena está dominada por el amarillo, el rojo y el verde. Horn empieza por dotar a sus cuadros de un marco, cual si fueran los iconos que había coleccionado durante los años precedentes. La elección de los motivos revela también que los recuerdos arraigados inundaban, una y otra vez, su conciencia.

La demencia progresa irremisible. Horn va pintando los motivos de manera cada vez más tosca, conformándose a menudo con rellenar de colores los contornos negros y estereotipados, dibujados con tinta china. Los elementos pictóricos se van reduciendo y esquematizando. El ejemplo más ilustrativo es la representación de las nubes. Estas, que aparecían con finos detalles y asombroso realismo al principio, se van convirtiendo a par-



### 8. NUBES CON FORMA DE HUEVOS AL PLATO. Tres hombres (1988, aguada).





**10. AL FINAL SOLO PODIA GARABATEAR.** Una de sus últimas obras (1992, lápiz).

su viuda, Thilde Horn, el hecho de que hasta poco antes de su fallecimiento, el 29 de diciembre de 1992, conservara la razón de su vida (la pintura y el dibujo), había supuesto una “gran suerte”. Este ejemplo ilustra a las claras cuánto se puede facilitar la vida de un paciente con enfermedad de Alzheimer si se apoyan sus costumbres y capacidades hasta sus últimas consecuencias. No sólo se trata de la destreza artística. Cierta profesora de latín recitaba todos los días vocablos hasta que murió. Lo que importa es ofrecer al paciente un armazón, al que pueda aferrarse psíquicamente, aun cuando sus capacidades mentales vayan desapareciendo.

Los cuadros de Horn poseen también un valor especial para los familiares de esos enfermos. A través de las creaciones pueden percibir la evolución paulatina de los sentimientos, las capacidades y las destrezas del paciente. De este modo, las personas de su entorno logran entender mejor los síntomas característicos de la enfermedad, que tanto sufrimiento les causa, como la falta de reconocimiento de las caras por parte de los enfermos o su incapacidad para orientarse.

KONRAD MAURER es profesor y director del departamento de psiquiatría y psicoterapia I de la Clínica Universitaria de Frankfurt. ULRIKE MAURER dirige desde 1995 la renovación y reforma de la casa natal de Alois Alzheimer en Marktbreit, que se convertirá en un museo y centro de congresos.

**Bibliografía complementaria**

PROBABLE ALZHEIMER'S DISEASE IN AN ARTIST. J. L. Cummings y J. M. Zarit en *JAMA*, vol. 258, pág. 2731; 1987.

ON DRAWING IMPAIRMENT IN ALZHEIMER'S DISEASE. A. Kirk, A. Kertesz en *Archives in Neurology*, vol. 48, pág. 73; 1991.

DE KOONING'S LATE COLORS AND FORMS: DEMENTIA, CREATIVITY, AND THE HEALING POWER OF ART. C. H. Espinel en *Lancet*, vol. 347, pág. 1096; 1996.

EMERGENCE OF ARTISTIC TALENT IN FRONTOTEMPORAL DEMENTIA. B. Miller et al. en *Neurology*, vol. 51, pág. 978; 1999.

tir de 1988 en manchas rojas en mitad de las imágenes de huevos al plato (véase la figura 8). Las alteraciones mentales inducidas por la enfermedad hacían que Horn percibiera un entorno de formas superficiales e indiferenciadas. Posiblemente, ya sólo disponía de una capacidad limitada de representación. Como no podía manejar las tijeras, no cortaba los márgenes del papel; los desgarraba.

En sus últimos años, el pintor ya no firmaba correctamente los cuadros. Ni siquiera indicaba el año. Signos de su incapacidad para escribir y de su deso-

rientación temporal progresiva. Un año antes de su muerte, en 1991, simplificaba tanto los elementos pictóricos, que sus obras remedaban las de un niño. Además, empezó a utilizar sólo un color (véase la figura 2, derecha).

Al final ya sólo garabateaba con el lápiz unos trazos que, sin querer, evocaban el arte subjetivo moderno. Se pasaba todo el día en el escritorio, moviendo la mano de un modo estereotipado. No podía desplazar el lápiz con la destreza y la agilidad de antes, sino que lo llevaba con todo el puño y de manera tosca sobre el papel (véase la figura 10). Según



# Detección de feromonas

Mediante su órgano vomeronasal, los mamíferos analizan las sustancias biológicas emitidas por sus congéneres. La activación de este órgano provoca en ocasiones unas reacciones fisiológicas que favorecen la reproducción. En la especie humana, el órgano vomeronasal, poco desarrollado, no cumple ninguna función

Didier Trotier y Kjell Døving

**E**n 1813, Ludvig Jacobson (1783-1843) se sorprendió de la presencia de una pequeña lámina cartilaginosa alargada en la nariz de diversos mamíferos. Debajo de ese cartílago encontró un órgano desconocido hasta entonces. Los neurofisiólogos de nuestro tiempo siguen estudiando el funcionamiento y los efectos de ese órgano que inicialmente se llamó órgano de Jacobson, en honor del anatomista danés, pero al que en 1895 la sociedad alemana de anatomía le asignó el nombre de órgano vomeronasal, por estar en contacto con el vómer, una laminilla ósea vertical situada en la parte posterior e inferior del tabique de las fosas nasales.

En su artículo de 1813, que hemos encontrado recientemente en la Universidad de Agricultura de Copenhague, Jacobson destacó la importancia de su descubrimiento: el órgano se situaba a ambos lados del tabique nasal en todos los mamíferos que había observado (gato, vaca, pero, cabra, caballo, cerdo, oveja, tigre, camello, búfalo, gamo, etc.). Su compleja estructura y su gran tamaño sugerían un papel fisiológico importante.

El órgano tiene una abertura estrecha, se alarga hacia la parte posterior de la nariz y dispone de un canal interno sin salida. En los roedores, el órgano se abre directamente en la parte delantera de la fosa nasal. En el perro, el cerdo, la cabra y el buey, la abertura se comunica con el canal palatino, que conecta la boca y la nariz, detrás de los incisivos.

Jacobson observó que varios vasos sanguíneos, uno de ellos muy notable,

irrigaban el órgano. Puesto que el canal del órgano estaba lleno de mucosidad, dedujo que el órgano podía ser secretor. Sin embargo, también observó unos haces nerviosos que partían del órgano, se extendían a lo largo del tabique nasal y convergían en una pequeña zona del bulbo olfatorio, en la cavidad cerebral; concluyó, pues, que se trataría de un órgano sensorial. Acertó de pleno.

Pasaron 140 años hasta que se comprendió la relación entre la activación del órgano vomeronasal y ciertos aspectos de la reproducción. En 1953, en Toulouse, H. Planel observó que las cobayas macho tienen un comportamiento reproductor menos intenso en ausencia de ese órgano. Las hembras operadas no presentan ese hundimiento del lomo, llamado lordosis de acoplamiento, que indica a los machos la predisposición al apareamiento; manifiestan poco interés por los machos.

Los estudios de la estructura y la función del órgano vomeronasal han permitido conocer mejor el mundo de las feromonas, moléculas que instauran diversos comportamientos en los animales. La pregunta que se plantea es: ¿existen feromonas humanas? La intervención del órgano vomeronasal en la detección de las feromonas animales y su presencia en los seres humanos hicieron creer que nuestra especie también podía ser sensible a unas moléculas capaces de estimular el órgano vomeronasal, unas feromonas humanas.

Sin embargo, como veremos más adelante, los estudios anatómicos e histológicos indican que no parece que el órgano vomeronasal humano se halle capacitado para la detección de moléculas estimuladoras. Tiene un tamaño muy

reducido, si no carecen incluso del mismo algunos individuos.

Por otra parte, ciertas moléculas identificadas en el sudor u otras secreciones humanas provocan diversas reacciones fisiológicas, pero actúan en condiciones que nada tienen que ver con las correspondientes a las feromonas animales. No se ha confirmado el descubrimiento de ninguna feromona humana y conviene analizar con gran cautela cualquier anuncio de un efecto sobre el comportamiento inducido por alguno de los compuestos que actuaría sobre el órgano vomeronasal.

## La nariz de los compuestos no volátiles

Los mamíferos se comunican entre sí intercambiando información química, mediante secreciones (bucales, anales, genitales, cutáneas, etc.) que mezclan con la orina, la saliva, las descargas vaginales, las heces, etcétera. La composición de las secreciones depende de numerosos factores: la especie, el sexo, la posición social, la madurez sexual, el estado hormonal y la predisposición a la reproducción, entre otros.

Dichas secreciones contienen moléculas volátiles que, a través del aire, llegan al sistema olfatorio de los congéneres. Esta comunicación aérea a distancia tiene un papel clave en diversos comportamientos. A través de la olfacción, los animales delimitan su territorio, rechazan rivales potenciales, atraen a sus parejas o envían mensajes de alerta.

Sin embargo, la información volátil no es sino una parte de la información que transmiten las secreciones de los congéneres. Estas contienen, asimismo, numerosas moléculas poco volátiles e

incapaces, por tanto, de alcanzar el órgano olfatorio: esteroides (moléculas derivadas del colesterol y segregadas por las glándulas endocrinas), péptidos y proteínas. Dichas moléculas reflejan el estado fisiológico del individuo emisor y pueden ser captadas por el órgano vomeronasal de un congénere. En la actualidad, se considera que la aparición del órgano vomeronasal en los anfibios y su presencia en todas las serpientes y mamíferos terrestres es el resultado de la adaptación de los organismos a la vida terrestre. Los peces, que utilizan el agua como vector de comunicación química, no poseen órgano vomeronasal, a pesar de que sus fosas nasales desempeñan una función equivalente.

Gracias a su posición muy adelantada en la fosa nasal de los mamíferos, el órgano vomeronasal detecta las moléculas de comunicación por contacto directo con los fluidos biológicos que analiza. Cuando acercamos, por ejemplo, un hámster macho a una hembra dispuesta al apareamiento, las secreciones vaginales emitidas por la hembra contienen unos compuestos sulfurados volátiles, como el dimetildisulfuro, que despiertan el interés olfatorio del macho. A continuación, con el hocico explora la zona genital de la hembra, de forma tanto más enérgica cuanto más joven es y menos experiencia sexual tiene.

En el transcurso de esos contactos, las secreciones vaginales llegan hasta las ventanas nasales del macho y, tras diluirse en las secreciones de unas glándulas localizadas en el vestíbulo nasal, son transportadas hasta la abertura de los órganos vomeronasales. Recogen éstos la información química; los mensajes que envían al cerebro favorecen el comportamiento de apareamiento.

A finales de los años ochenta, Alan Singer demostró que en las secreciones vaginales de las hembras en celo había una pequeña glicoproteína (una molécula compuesta por una parte proteínica, un encadenamiento de 151 aminoácidos, y un azúcar), llamada con acierto afrodisina, que pueden detectar los órganos vomeronasales de los machos.

La afrodisina se sintetiza en la vagina, en la parte baja del útero y en las glán-

dulas de Bartholin (las glándulas cuyas secreciones lubrican la vagina). Pertenece a la familia de las lipocalinas, proteínas que fijan y transportan pequeñas moléculas. ¿Qué moléculas transporta la afrodisina? Se ignora. Se había creído que estas moléculas desconocidas activarían los órganos vomeronasales. Pero Singer observó que la proteína purificada, probablemente sin ligando aprehendido, activaba las neuronales vomeronasales y provocaba el efecto de comportamiento descrito anteriormente.

Por tanto, los órganos vomeronasales posibilitan el acceso de los animales a las moléculas volátiles y no volátiles que se hallan en las secreciones de interés biológico. En los roedores, estos órganos se abren en la fosa nasal, delante del canal palatino anterior; para llegar a ellos, las moléculas estimuladoras siguen la vía nasal. En los animales cuyos órganos

vomeronasales se abren en el canal palatino, las moléculas estimuladoras pasan por la nariz, pero también por la boca. Muchos mamíferos, así los perros que lamen la orina de las hembras en celo, utilizan la lengua para facilitar el estímulo.

Félidos y ungulados, en particular, exhiben un comportamiento peculiar en sus relaciones sociosexuales y en el análisis de los fluidos biológicos emitidos por sus congéneres: levantan la cabeza, arrugan el morro, retuercen el labio superior y suspenden momentáneamente la respiración. Esta mueca, llamada Flehmen, facilita el acceso de las moléculas estimuladoras a los órganos vomeronasales. En el caballo, el Flehmen suele venir acompañado de un relincho. En los ungulados, acompaña el contacto con la orina o las secreciones vaginales. Por lo que concierne a los felinos, el gato macho manifiesta este mismo comporta-



**1. ANTE EL OLOR DE LA HEMBRA,** el morro del caballo se transforma y la bestia relincha. Esa transfiguración rostral, llamada Flehmen, facilita el acceso de las moléculas estimuladoras a los órganos vomeronasales.



**2. LUDVIG JACOBSON**, anatomista danés, descubrió el órgano vomeronasal en 1813 en Leipzig.

miento, después de que su hocico entre en contacto con las secreciones que desea analizar. En cambio, las gatas tienen a menudo ese comportamiento cuando analizan un objeto marcado por un macho en ausencia de éste. El comportamiento de Flehmen depende de las especies, el sexo y el contexto.

El elefante es el mamífero que tiene el órgano vomeronasal mayor: 25 centímetros de longitud y 4 centímetros de diámetro. Este órgano desempeña un papel decisivo en la comunicación química a corta distancia: los elefantes machos de la India empapan sus trompas en la orina de las hembras en fase preovulatoria y llevan ese líquido hasta las aberturas bucales de sus órganos vomeronasales. Un comportamiento de Flehmen varias veces repetido despierta el deseo sexual y precede a la erección y la cópula.

En las serpientes y otros reptiles, como los dragones de Komodo, los órganos vomeronasales están mucho más desarrollados que los órganos olfatorios; según parece, cumplen una función en la depredación. La lengua se encarga del transporte de las moléculas estimuladoras hacia la abertura de los órganos, en la boca.

### Un órgano activo

¿Cómo funciona el órgano vomeronasal? Las exploraciones fisiológicas completaron las descripciones anatómicas. Luego, se avanzó en su estudio celular. Los órganos vomeronasales están en contacto con la parte posterior e inferior del tabique de las fosas nasales y reposan sobre dos prolongamientos anteriores. Una laminilla ósea o cartilaginosa rodea

la cara lateral del órgano, lo aísla de la fosa nasal y lo mantiene en una cápsula rígida.

En un corte transversal se aprecia que el canal del órgano vomeronasal tiene forma de lúnula. Las neuronas sensoriales se encuentran exclusivamente en el epitelio que recubre la cara interna, cóncava, del canal. La cara lateral, convexa, no es sensorial: está tapizada de células ciliadas, análogas a las del sistema respiratorio, que agitan las mucosidades.

El canal, un callejón cerrado en su extremo posterior, tiene su abertura anterior angosta: ¿cómo son arrastradas hacia el interior del canal la mucosidad externa y las moléculas estimuladoras que contiene? En 1949, M. Hamlin descubrió un sistema de bombeo, basado en la variación de la turgencia del tejido cavernoso situado bajo el epitelio no sensorial del canal. Una vena poderosa atraviesa este tejido cavernoso. Como el órgano se mantiene rígidamente sobre su periferia, la contracción del tejido cavernoso dilata el canal interno y aspira las moléculas estimuladoras durante varios segundos. Luego, la vasodilatación del tejido comprime el canal y expulsa el líquido analizado.

La detección por el órgano vomeronasal constituye, pues, un mecanismo activo. Según Michael Meredith, de la Universidad de Florida, en los hámsters en cautividad la bomba se activa en cada situación nueva: en presencia de un congénere, al abrir la caja, etcétera.

Las neuronas sensoriales del órgano vomeronasal desempeñan la doble función de detección de las moléculas estimuladoras y de transmisión de la información nerviosa al cerebro. Sus axones son muy alargados y se reagrupan en diversos órganos ramificados situados en el tabique nasal. Atraviesan la lámina agujereada, que separa del cerebro la fosa nasal, y establecen contactos sinápticos con las neuronas de una zona del bulbo olfatorio llamada bulbo olfatorio accesorio en razón de su tamaño.

Al igual que las neuronas olfatorias, las neuronas vomeronasales provienen de la diferenciación del tejido olfatorio embrionario. También como las neuronas olfatorias, las neuronas vomeronasales poseen una larga dendrita cuya extremidad se adentra en el canal vomeronasal, en la superficie del epitelio. (Las dendritas son ramificaciones receptoras de información.) Ahora bien, la extremidad dendrítica dispone de un gran número de microvellosidades, mientras que el soma de las neuronas olfatorias tiene prolongaciones ciliares. En la base

de su dendrita, hay un retículo endoplasmático muy desarrollado cuya función sigue sin aclararse. (Al retículo endoplasmático, una red de cisternas intracelulares, le compete exportar las proteínas recién sintetizadas en la célula).

Los dos tipos de neuronas también difieren en cuanto a su fisiología. Según los estudios de biología molecular realizados a finales de los ochenta, entre otros por Catherine Dulac, Richard Axel y Linda Buck, de la Universidad de Harvard, y N. Ryba, de Bethesda, las membranas de las neuronas vomeronasales alojan unas proteínas específicas que parecen ser las receptoras de las moléculas estimuladoras.

Estas proteínas receptoras sospechadas difieren de las proteínas receptoras de las neuronas olfatorias. Están codificadas por genes distintos, menos abundantes que los que cifran las proteínas receptoras olfatorias. Así pues, las neuronas vomeronasales y las olfatorias proceden a lecturas distintas del mundo químico circundante.

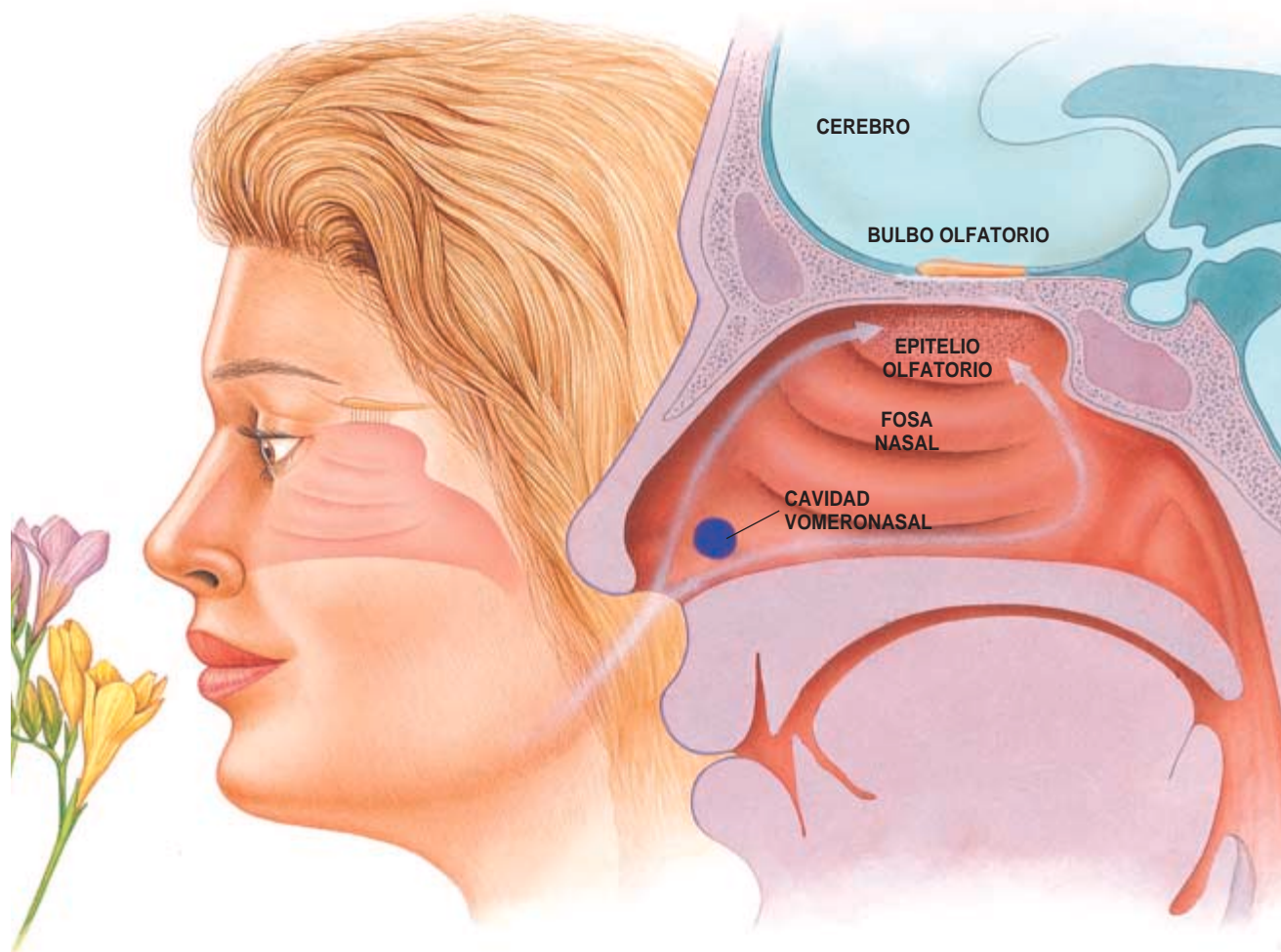
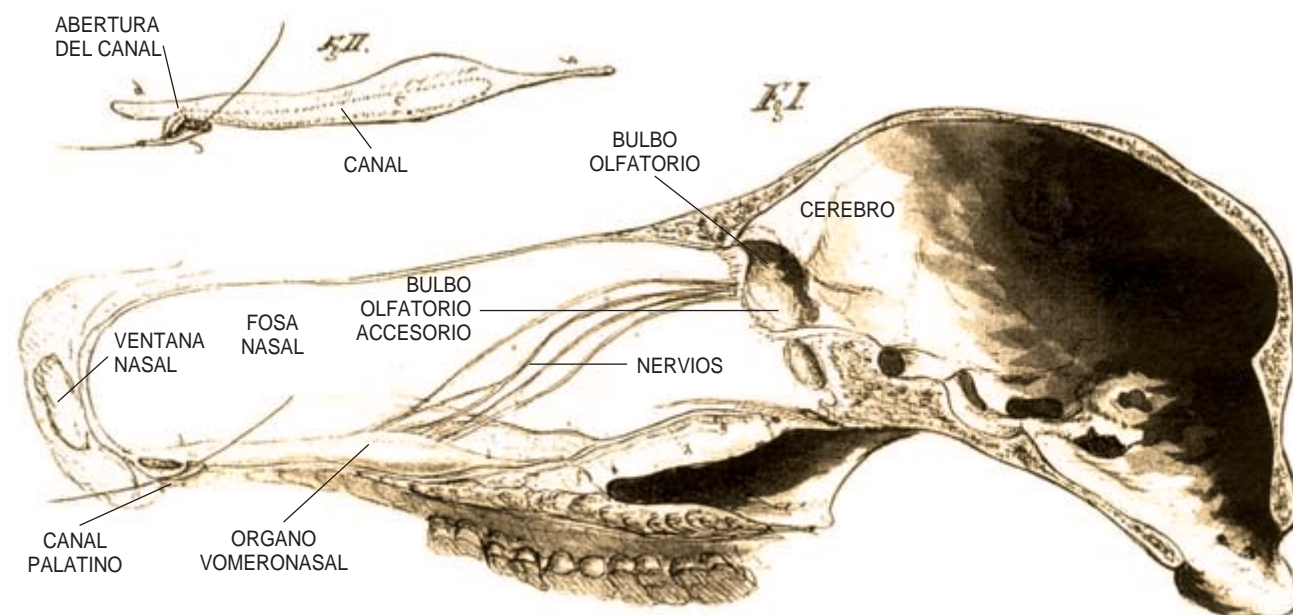
El mecanismo de la transducción vomeronasal, es decir, la secuencia de acontecimientos moleculares y eléctricos desde la activación de la proteína receptora hasta la emisión de impulsos nerviosos, difiere asimismo del mecanismo de transducción olfatoria.

### Órgano heterogéneo y activación específica

Durante mucho tiempo se pensó que la población de neuronas sensoriales del órgano vomeronasal era homogénea. En 1995, Mimi Halpern, de la Universidad de Brooklyn, L. Buck y K. Mori, de la Universidad de Osaka, demostraron que se trataba de una hipótesis falsa, pues las neuronas que componen la zona apical del epitelio sensorial (próxima al lumen) difieren de las células nerviosas de la zona basal. Las primeras, con dendritas cortas, contienen proteínas receptoras cuyo plegamiento lleva siete segmentos a la membrana celular (de tipo V1R) y envían la información nerviosa hacia la parte anterior del bulbo olfatorio accesorio. En cambio, los genes que codifican las proteínas receptoras V2R se expresan sobre todo en las neuronas de la zona basal, que transmiten la información a la parte posterior del bulbo olfatorio accesorio. En las dos partes del órgano, las neuronas actúan como detectores excelentes y su sensibilidad no es menor que la de las células receptoras de la olfacción.

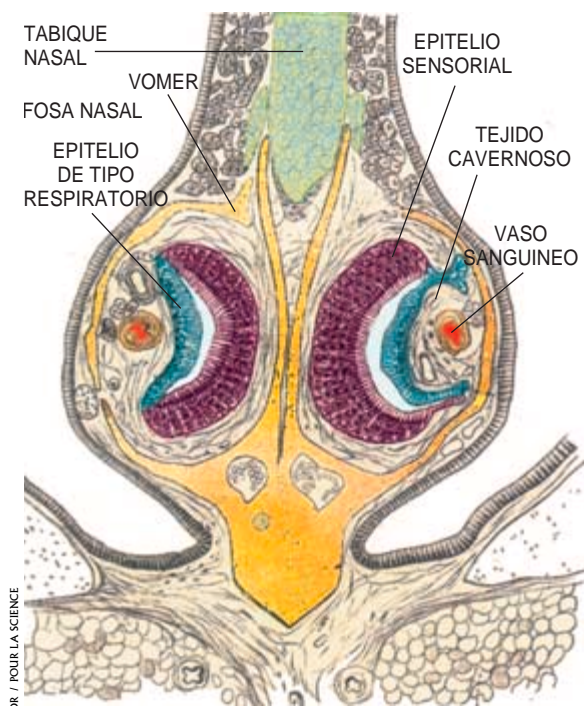
El sistema vomeronasal se distingue también del sistema olfatorio por las zonas cerebrales en las que se procesa





**3.** LOS DIBUJOS REALIZADOS POR JACOBSON (*arriba*) muestran la posición del órgano vomeronasal en la fosa nasal del ciervo. La abertura del órgano está muy próxima al canal palatino, en el que Jacobson insertó un hilo. Los haces nerviosos que salen del órgano vomeronasal se extienden a lo largo del tabique nasal y

se conectan a unas células del bulbo olfatorio accesorio; de ahí, la información pasa al cerebro. En el órgano aislado que aparece arriba a la izquierda, Jacobson dibujó el canal interno del órgano, cerrado hacia atrás (*líneas de puntos*). En la especie humana (*abajo*), el órgano vomeronasal se ha convertido en una estructura vestigial.



#### 4. ORGANOS VOMERONASALES DEL RATON.

En este corte transversal se observa que los órganos, localizados en la base del tabique nasal, se apoyan sobre el vómer (el hueso de la nariz que forma la estructura del tabique nasal), situado a su alrededor. El epitelio sensorial ocupa la cara media del canal. La otra cara contiene un tejido que, al hincharse o deshincharse, bombea o expulsa la mucosidad nasal y hace que las moléculas estimuladoras entren en contacto con las neuronas sensoriales.

la información que envía. La separación que se observa en la periferia y en los bulbos olfatorios tiene su continuidad en los relés cerebrales centrales. En el hámster, por ejemplo, la información olfatoria procedente del bulbo olfatorio se orienta no sólo hacia las zonas subcorticales, como las regiones “olfatorias” de la amígdala, sino también hacia la corteza. La información vomeronasal procedente del bulbo olfatorio accesorio parece quedar confinada en las zonas subcorticales (no existe percepción de la información vomeronasal).

#### Las feromonas de los mamíferos

En muchos mamíferos, las señales químicas emitidas en los fluidos biológicos se comportan como “feromonas” que desencadenan, favorecen o modulan ciertos aspectos de la fisiología de la reproducción.

El término “feromona”, propuesto en 1959 por Peter Karlson y Adolphe Butenandt, está formado por las palabras

griegas *pherein* (transportar) y *hormon* (excitación). Una feromona es una sustancia segregada por un individuo que desencadena en un congénere una reacción específica, como puede ser un comportamiento, un proceso de desarrollo, una secreción hormonal o cualquier otra reacción fisiológica.

La activación del órgano vomeronasal por los estímulos naturales aumenta la liberación en la sangre de la hormona luteotrófica LH (segregada por la hipófisis) y testosterona. En el incremento de la concentración de LH en sangre seguramente intervienen las células del hipotálamo que segregan la hormona LHRH (también llamada GnRH), ya que esta hormona liberada por el hipotálamo actúa sobre la hipófisis para regular la secreción de las hormonas hipofisarias gonadotróficas, que son esenciales para el desarrollo de las gónadas y la secreción de hormonas esteroideas.

Sin embargo, la información que pasa por el órgano vomeronasal no provoca ningún efecto bipolarizado. La ablación de ese órgano en los hámsters no comporta la eliminación total del instinto reproductor. Los más afectados son los juveniles, sin experiencia sexual previa.

En las ratas, el órgano vomeronasal sirve para detectar las feromonas de la reproducción. En 1959, M. Bruce observó un bloqueo de la gestación de una hembra cuando, en los cuatro días siguientes al apareamiento, estuvo expuesta a las feromonas de un macho adulto distinto del que la había fecundado. Este fenómeno, estudiado por el grupo de Barry Keverne, de la Universidad de Cambridge, resultaría de una modificación de las células “mitrales” del bulbo olfatorio accesorio. (A las células mitrales se conectan las neuronas vomeronasales.)

Antes del apareamiento, las células mitrales activadas por las feromonas del macho transmiten la información a la amígdala vomeronasal. Durante la cópula y las horas siguientes, el neurotransmi-

tor noradrenalina, liberado en el bulbo olfatorio accesorio, intensifica la actividad de las células inhibitorias de las células mitrales.

Así pues, las células mitrales que ya han sido activadas por las feromonas del macho genitor dejan de transmitir la información a los centros cerebrales: el mensaje procedente de estas sustancias queda bloqueado localmente. En ciertas condiciones de experimentación, esta señal provocada en la red de neuronas del bulbo olfatorio accesorio por la información de las feromonas del macho persiste durante unos treinta días.

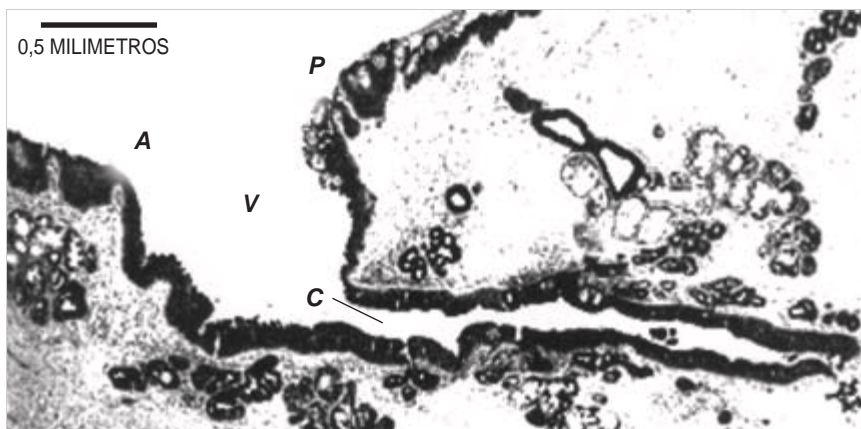
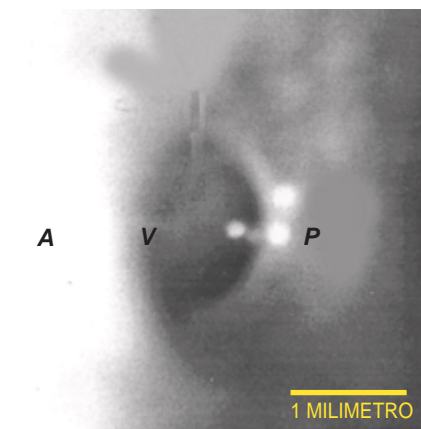
Si aparece un macho de otro linaje, sus feromonas, aunque distintas, estimulan ciertas células mitrales que no han sido inhibidas, de forma que estas últimas liberan dopamina. Este neurotransmisor actúa sobre la hipófisis para reducir su secreción de prolactina, lo que reduce, a su vez, la secreción de progesterona por parte del cuerpo amarillo ovárico y provoca el cese de la gestación.

La descripción anterior muestra que la actividad del sistema vomeronasal desencadena a veces grandes cambios neuroendocrinos e indica que este sistema sensorial permite un análisis preciso de la información individual dentro de una especie. La naturaleza y la diversidad de las feromonas que dan lugar a esa distinción siguen envueltas en el misterio.

Las feromonas también actúan sobre el desarrollo de los animales. En 1969 se descubrieron, y en los últimos años se han vuelto a estudiar, los mecanismos por los que las feromonas de ratas, liberadas por machos reproductores, aceleran la pubertad de los juveniles. Se ha logrado establecer que el fenómeno se debe a la presencia, en la orina de los machos, de proteínas que pertenecen al “complejo proteínico urinario principal”, sintetizadas en el hígado. Estas “proteínas MUP” son segregadas en grandes cantidades (varios miligramos diarios) en la orina de los machos y se fijan en unas moléculas muy pequeñas que pueden activar ciertas neuronas del órgano vomeronasal de las ratas.

Sin embargo, como ha demostrado Carla Mucignat-Caretta, añadir estas pequeñas moléculas a la orina de machos impúberes (con un bajo contenido de proteínas MUP) no provoca el efecto feromonal previsto. En particular, no induce el crecimiento rápido de la masa del útero en las hembras jóvenes. Por el contrario, se restaura la actividad de las feromonas al agregar en la orina juvenil proteínas MUP sin ligandos unidos o, mejor aún, un hexapéptido (una molé-





CORINNE ELOIT Y MICHEL WASSEF

cula formada por el encadenamiento de seis aminoácidos) muy parecido a un extremo de las proteínas MUP.

La determinación de las moléculas que estimulan el órgano vomeronasal no ha hecho sino empezar. En todos los ejemplos conocidos, las proteínas portadoras de pequeñas moléculas desempeñan un papel clave. El futuro nos aclarará en qué proporciones llevan información las proteínas y los pequeños ligandos.

Conviene destacar, asimismo, que, en determinadas circunstancias, no se requiere el órgano vomeronasal para detectar las feromonas. Por ejemplo, el verraco sexualmente activo emite, a través de la saliva, una gran cantidad de androsterona. La cerda en celo se siente atraída por esa feromona que facilita la postura receptiva, al provocar una reacción a la presión aplicada a la espalda. En 1995, Katherine Dories descubrió que la obturación de los órganos vomeronasales de la hembra no tenía ninguna repercusión sobre dicho comportamiento. En otras palabras, el órgano vomeronasal no es el único sistema de detección de feromonas. También el órgano olfatorio podría tener ese papel, o el órgano septal, que se encuentra en las fosas nasales de muchos mamíferos. (Este órgano, descubierto en 1943 por Rodolfo Masera, constituye un islote de neuronas situado en la parte inferior del tabique nasal.

**5. ABERTURA DE UNA CAVIDAD VOMERONASAL** observada mediante endoscopia en la superficie del tabique nasal de un hombre adulto (*a la izquierda*). Esta abertura forma una depresión en forma de embudo de aproximadamente un milímetro de diámetro. Se distinguen el borde posterior (*P*) y el anterior (*A*) del vestibulo (*V*). El corte de la derecha muestra que el vestibulo se prolonga hacia atrás formando un canal (*C*) estrecho recubierto de epitelio. En ese epitelio no se han encontrado neuronas.

Pese a su parecido morfológico con las neuronas olfatorias no se conoce casi nada de sus funciones fisiológicas.)

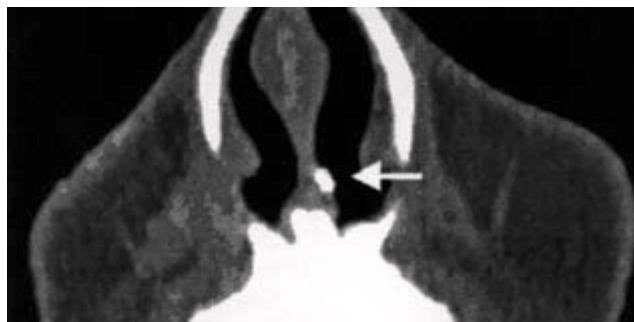
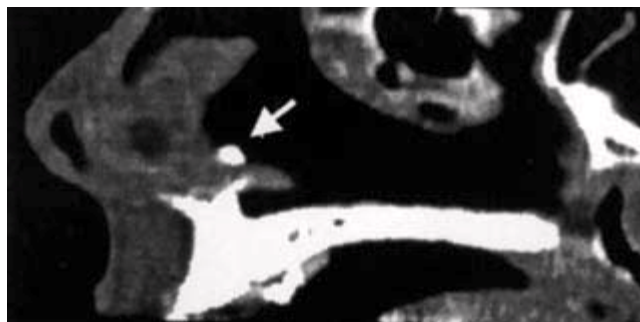
### Organo vestigial

Hoy en día se sabe que los órganos vomeronasales aparecen en los individuos de nuestra especie durante el desarrollo embrionario. Entre la duodécima y la vigésima tercera semanas de gestación se aprecian claramente dos órganos tubulares, en la base del tabique nasal. Según N. Boehm y B. Gasser ya disponen de neuronas. Además, a las 22 semanas, las fibras del nervio vome-

ronasal ya están conectadas al bulbo olfatorio accesorio.

Como ocurre con los demás mamíferos, el contacto del nervio vomeronasal con el cerebro en formación es importante para la migración de las células que segregan la hormona LHRH. Dichas células aparecen en el órgano vomeronasal entre 8 y 12 semanas desde el inicio de la gestación y pueden verse hasta las 19 semanas a lo largo del nervio vomeronasal y del nervio terminal; de hecho, utilizan ese recorrido para llegar a diversas regiones del cerebro y, en especial, el hipotálamo. Luego, a partir del

**6. SE HA BUSCADO EL ORGANO VOMERONASAL** en el tabique nasal humano mediante la técnica de tomografía de rayos X. La cavidad vomeronasal aparece como una mancha blanca tras la inyección de líquido contrastante. En la imagen de la izquierda, el plano de observación roza el tabique nasal; puede verse la ventana nasal. La estructura blanca alargada bajo esta cavidad corresponde al paladar. A la derecha, el plano de observación es perpendicular a la fosa nasal, de la que puede apreciarse toda su altura. La cavidad vomeronasal se sitúa cerca de la base de la fosa nasal. Imágenes realizadas en colaboración con Corinne Eloit, Jean-Lou Bensimon y Michel Wassef.





hipotálamo, estas células vierten LHRH en el torrente sanguíneo, que transporta la hormona hasta la hipófisis. La acción de la hormona regula la secreción hipofisiaria de la hormona LH y la hormona estimuladora del folículo (FSH), que determinan el desarrollo de los órganos sexuales y su funcionamiento. La ausencia de migración de las células secretoras de LHRH perturba el desarrollo del sistema reproductor y, en la especie humana, determina el síndrome de Kallmann-De Morsier, normalmente asociado a un defecto en la percepción olfatoria. Así pues, el desarrollo del sistema vomeronasal parece crucial, lo mismo en los embriones de todos los mamíferos que en los embriones humanos, para el cumplimiento de las funciones neuroendocrinas.

Sin embargo, en la especie humana, el órgano vomeronasal parece sufrir una regresión tras acometer dicha tarea. Esta hipótesis, avanzada por Jacobson en 1813 y por M. Humprey en 1940, parece muy consolidada. Sin embargo, gracias al pro-

greso de la fisiología de la olfacción en los años noventa, algunos biólogos han sugerido que el órgano vomeronasal persistiría funcional en el adulto. Por tanto, hay que volver a plantear la cuestión: ¿qué queda del órgano vomeronasal en el hombre adulto?

Las cavidades vomeronasales son patentes. Las había observado ya Frederic Ruysch en 1703, antes de que las describiera en 1809 Samuel Thomas von Soemmerring a partir de cadáveres. En 1877, Anton Kölliker indicó con gran precisión en qué lugar podían encontrarse esas cavidades en los cadáveres: de 6 a 13 milímetros por encima de la base de la fosa nasal y unos 21 a 29 milímetros por detrás de las ventanas nasales. El diámetro de la abertura, sobre el tabique nasal, es aproximadamente de un milímetro y la longitud de la cavidad oscila entre 2 y 7 milímetros. En 1891, M. Potiquet señaló la presencia de la abertura en la superficie del tabique nasal en casi una cuarta parte de las cavidades nasales de los individuos vivos.

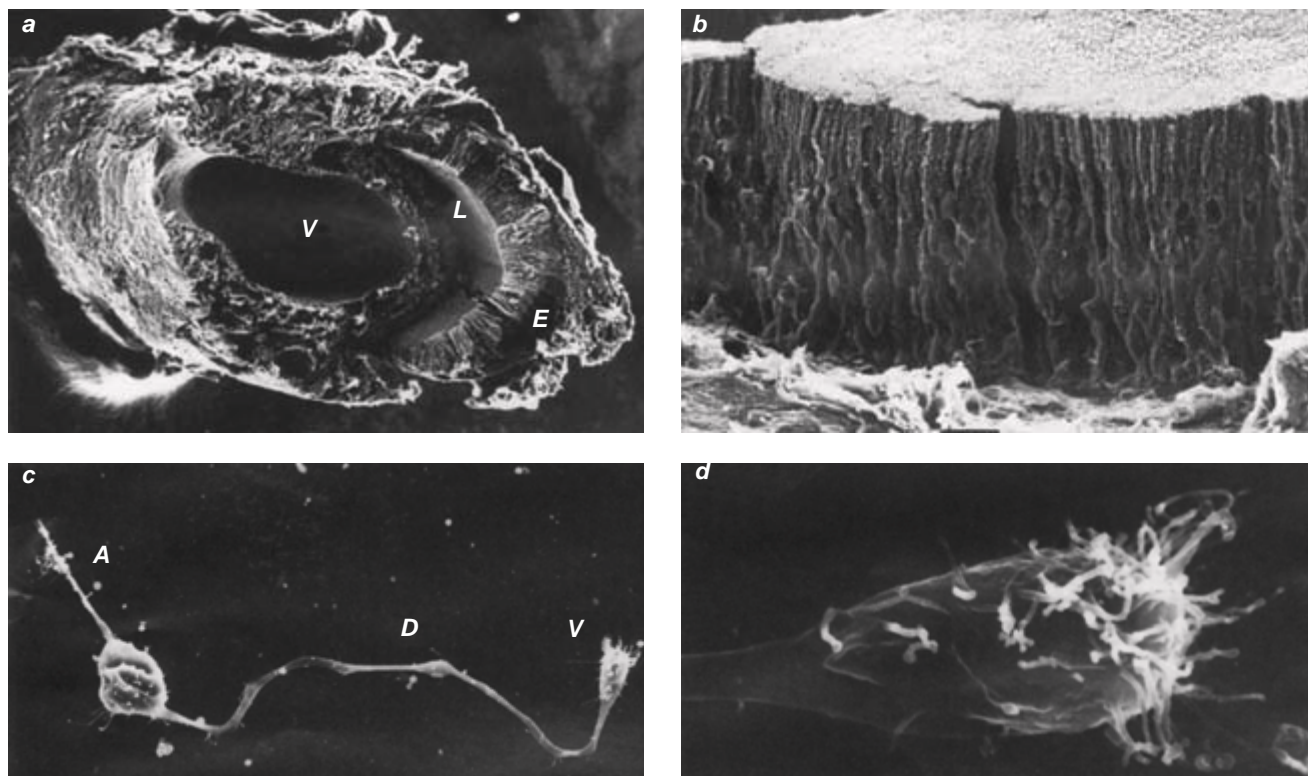
Las observaciones más recientes mediante endoscopia no han hecho aumentar prácticamente esa proporción. Según Corinne Eloit es fácil observar la abertura en el 25 %-30 % de las fosas nasales. En algunas personas, sólo puede verse a uno de los dos lados del tabique y, en otras, en ninguno de los dos lados, pero se desconoce si esta inexistencia aparente indica o no ausencia de las cavidades vomeronasales.

Cuando se inyecta en una abertura visible un producto para hacerlas más opacas, obtenemos, mediante la aplicación de un escáner a las fosas nasales, una localización precisa en el tabique nasal. Dicho de otro modo, nadie duda de la existencia de las cavidades vomeronasales, por lo menos en ciertos adultos. Pero, ¿son funcionales?

Resulta llamativa la simplicidad del órgano en el hombre adulto. La cara lateral del órgano no está rodeada por ningún cartilago; tampoco hay en torno al canal ni un vaso sanguíneo de calibre ni un tejido eréctil. El órgano vomeronasal del hombre adulto no dispone de mecanismo de bombeo de la mucosidad externa hacia el canal. ¿Cómo se detectarían entonces las moléculas estimuladoras, si es que existieran?

Por otra parte, hemos visto que el órgano vomeronasal de todos los mamíferos se comporta como un analizador que detecta las moléculas estimuladoras

**7. ORGANO VOMERONASAL DE LA RATA** observado por microscopía de barrido electrónico. En el corte transversal del órgano (a) se pueden apreciar el canal, o lumen (L), el epitelio sensorial (E) y un vaso sanguíneo (V) grueso, de unos 0,1 mm de diámetro. En la ampliación del epitelio sensorial (b) se distinguen las neuronas receptoras. Cada neurona (c) dispone de un largo axón (A), que conecta con el bulbo olfatorio accesorio, y una dendrita (D), en cuyo extremo hay una vesícula (V). Esta dispone de un gran número de microvellosidades (d) con moléculas receptoras de las feromonas.



y transmite la información al cerebro. La percepción se basa en la presencia de neuronas en el epitelio vomeronasal. ¿Existen esas neuronas en el hombre adulto? Muchos estudios han respondido negativamente a esta pregunta y sólo un equipo parece haber observado tales neuronas, mas en cuantía tan mínima y mediante una técnica tan ambigua, que resulta muy difícil asignarles una función sensorial.

En 1996, con nuestro colega Michel Wassef, volvimos a abordar la cuestión. Nos servimos de anticuerpos (moléculas inmunitarias que se unen a moléculas específicas). Nuestra diana eran proteínas expresadas por las neuronas vomeronasales de diversos mamíferos y proteínas sintetizadas por las neuronas olfatorias de los mamíferos, hombre incluido. No se encontró ninguna diana en el epitelio vomeronasal del hombre adulto. A mayor abundamiento, cuando buscamos células gliales (células de sostén de las neuronas) bajo el epitelio vomeronasal, no hallamos ningún haz nervioso.

Estos resultados confirmaron los de N. Boehm y B. Gasser, quienes habían observado que las neuronas del órgano vomeronasal del recién nacido desaparecían a partir de la trigésimo sexta semana de gestación. También corroboraban los de I. Kjaer y B. Fischer-Hansen, quienes habían indicado una clara regresión del órgano vomeronasal y la desaparición del bulbo olfatorio accesorio hacia el final de la vida intrauterina. Nada parece abonar, por tanto, la existencia de la estructura en la que converge la información vomeronasal en todos los demás mamíferos. Por último, Esmail Meisami y Junwar Bahtnagar han observado que primates y monos del Viejo Mundo carecen tanto de órgano vomeronasal como de bulbo olfatorio accesorio, mientras que disponen de ellos los simios adultos del Nuevo.

### ¿Feromonas humanas?

A pesar de todos los resultados negativos, se lee a menudo que el órgano vomeronasal del hombre adulto es funcional. Suele apoyarse esa afirmación en ciertos datos de un equipo de investigación que había detectado una señal eléctrica en la superficie de la abertura de la cavidad al aplicar esteroides. Estos estímulos no dan lugar a ninguna percepción particular en los individuos, pero los fisiólogos que realizaron los experimentos detectaron variaciones de la resistencia eléctrica cutánea y la temperatura, así como cambios en la concentración de la hormona LH en sangre, después de

estimulaciones muy prolongadas (varias horas). Desconocemos los mecanismos en cuya virtud los esteroides provocan tales efectos, pero la señal eléctrica no parece corresponderse con la transmisión de una información al cerebro.

En nuestro entorno, la existencia de las feromonas humanas, normalmente asociada al órgano vomeronasal, se ha convertido en la serpiente de cada verano. En ocasiones, las feromonas se las vincula de forma imprudente con la sexualidad humana. Sin embargo, no hay base científica que respalde con suficiente rigor dichas asociaciones. En los años setenta del siglo pasado, se hizo una encuesta solicitando a hombres y mujeres que estimasen la intensidad odorífera y el placer experimentado cuando se les hacía oler muestras de secreciones vaginales de cuatro mujeres tomadas durante 15 ciclos. El olor de las secreciones vaginales varía considerablemente según las mujeres, y según los ciclos sucesivos en el caso de una misma donante, pero no se observó ninguna atracción hacia esos olores.

En los años ochenta otro equipo estudió el efecto del androstenol, un compuesto que se encuentra en las axilas masculinas y que es una feromona sexual del cerdo. Se aplicó el producto al labio superior de mujeres voluntarias y se analizó su comportamiento: el de las mujeres expuestas al compuesto no se diferenció en nada del comportamiento de las que no lo habían estado; en concreto, las aplicaciones no provocaron ningún deseo sexual. Por el contrario, los hombres parecían evitar los sillones impregnados con dicho compuesto. Las mismas conclusiones pueden extraerse de experiencias con ácidos grasos de cadena corta (hidrocarburos con un grupo -COOH de los ácidos carboxílicos) que se encuentran en las secreciones vaginales y atraen sexualmente a los machos de los monos rhesus.

Sin embargo, en 1971, Martha McClintock señaló que la aplicación de extractos de axilas femeninas en la nariz de otras mujeres daba lugar a cierta sincronización de los ciclos menstruales (los extractos se depositaban en tampones que se aplicaban durante varias horas). Tras las críticas que recibió el protocolo del experimento y la ausencia de resultados en otros estudios, especialmente uno realizado con jugadoras de baloncesto, M. McClintock y K. Stern repitieron el estudio en 1998. En esta ocasión, las fisiólogas observaron que los compuestos inodoros existentes en las axilas femeninas al final de la fase folicular (antes de la ovulación) adelanta-

ban el pico de LH en las mujeres expuestas (dicho pico corresponde a la ovulación) y acortaban sus ciclos menstruales. Cuando se tomaban las secreciones de las axilas en el momento de la ovulación, se producía el efecto contrario: el pico de LH se retrasaba y el ciclo de las mujeres estimuladas se prolongaba.

Cabe destacar que estos estudios no hacen intervenir al órgano vomeronasal y que se desconoce el modo de actuación de las sustancias que se aplican sobre la piel durante períodos largos. No es imposible que algún efecto feromonal inste la participación del sistema olfatorio, del nervio terminal (que ocupa las fosas nasales de todos los mamíferos y cuya fisiología se ignora) o incluso del órgano septal de Masera (un islote de receptores olfatorios, en la parte anterior de la nariz), si existe en la especie humana.

Al descubrir el órgano vomeronasal, Jacobson sentó las bases de un trabajo que los neurofisiólogos todavía no han terminado. Si resulta cierto que dicho órgano detecta efectivamente los compuestos liberados por congéneres, su activación desencadena unos efectos muy poco conocidos aún. La información vomeronasal parece especialmente importante, en el caso de los roedores, en las primeras relaciones sexuales. ¿Ocurre lo mismo con los demás mamíferos, de los que apenas se sabe nada acerca del papel fisiológico de dicho órgano?

DIDIER TROTIER se halla adscrito al laboratorio de neurobiología sensorial del ENSIA en Massy; investiga también en el laboratorio de fisiología orofacial de la Universidad París 7. KJELL DØVING es profesor de fisiología del departamento de biología de la Universidad de Oslo.

#### Bibliografía complementaria

ANATOMICAL DESCRIPTION OF A NEW ORGAN IN THE NOSE OF DOMESTICATED ANIMALS, BY LUDVIG JACOBSON (1813). Didier Trotier y Kjell Døving en *Chemical Senses*, vol. 23, págs. 743-754; 1998.

STRUCTURE AND FUNCTION OF THE VOMERONASAL ORGAN. Didier Trotier y Kjell Døving en *The Journal of Experimental Biology*, vol. 201, págs. 2913-2915; 1998.

SYMPOSIUM ON PHEROMONE COMMUNICATION AND INTERACTION WITH HORMONES. OLFACTION AND TASTE XII, en *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 885, págs. 333-392; 1998.

## ENTREVISTA

# “Todos sentimos la tentación de cultivar exclusivamente nuestra pequeña y acotada parcela de responsabilidad”

Hay muchas metáforas para lo mismo: dominar los bajos instintos, superarse a sí mismo, ayudar a los demás... Pero, ¿cómo me puedo motivar a mí mismo y a otros de manera óptima? ¿Cómo levanta un buen directivo la moral de trabajo de su equipo? *Mente y cerebro* entrevistó a Theo Knicker, docente de psicología de la gestión y asesor de empresas

**Carsten Könneker**

**Myc:** Profesor Knicker, ¿en qué consiste la motivación?

**Theo Knicker:** Motivación es la respuesta a la pregunta de cómo llego yo o llevo a otros al compromiso de hacer algo determinado. Motivar no es otra cosa que mover.

**Myc:** ¿Y qué condiciones dinamizan más fácilmente nuestra voluntad de hacer algo?

**Knicker:** Siempre que estemos firmemente convencidos de que hacemos lo que corresponde a cada momento, se trate de un problema profesional, de pasear o de limpiar la casa.

**Myc:** Pero el día a día consta de numerosas obligaciones, algunas de las cuales placen más que otras. ¿Cómo se puede uno motivar para una profesión en su totalidad?

**Knicker:** Si yo he elegido libremente mi campo de acción profesional, incluso por haberlo buscado con toda convic-

ción, ejecuto también mis deberes con toda probabilidad a conciencia y con motivación.

**Myc:** ¿Son, por tanto, los resultados conseguidos el listón de la motivación?

**Knicker:** Siempre en el marco de las capacidades individuales y del margen de acción definido desde fuera. El resultado depende de la conjunción de tres factores: conocer, poder y querer. Si falla uno de estos supuestos no se puede hacer gran cosa.



THOMAS LANGER





**Myc:** ¿Puede dar un ejemplo?

**Knicker:** En primer lugar, para poder animarme a hacer algo, incluso con entusiasmo, necesito cierto margen de manobra con posibilidades de acción, es decir, estar autorizado. Un jefe que condene a su director de proyectos a controlar el trabajo del equipo tiene que proveerle de las competencias necesarias. Además, el director de proyectos debe conocer el proceso entero, es decir, saber. Y en último término está la voluntad personal. Si esta persona en su fuero interno se rebela contra la tarea asignada, tendremos un caso perdido.

**Myc:** ¿Sería, entonces, un óptimo colaborador alguien preparado y fácilmente motivable?

**Knicker:** El buen especialista en el campo profesional y privado se caracteriza por encaminarse diariamente a ejecutar bien su trabajo. Alguien que, incluso en tareas poco atractivas, está decidido a cumplir con todas las exigencias.

**Myc:** ¿Qué es la motivación: un estímulo externo o un impulso interior?

**Knicker:** Ambas cosas: motivación propia y de fuera.

**Myc:** ¿No constituyen su mayor freno los bajos instintos?

**Knicker:** Efectivamente. También se podría decir que cada uno de nosotros es responsable de cultivar su propia parcela de terreno.

**Myc:** ¿Puede ser más explícito?

**Knicker:** Todos en alguna ocasión —en el trabajo, en el deporte o en el matrimonio— llegamos a una fase peligrosa de comodidad y al final nos dejamos llevar por una cierta indolencia. Y es precisamente contra esa indolencia contra la que tenemos que luchar una y otra vez. El arte de la automotivación consiste en

decirse a uno mismo al cabo de un día de trabajo agotador: “¡Todavía me queda por dar el paseo con mi esposa!”.

**Myc:** ¿Puede ser entonces la capacidad de motivación una cuestión individual, una característica personal?

**Knicker:** Yo matizaría esa cuestión: evidentemente hay límites para la capacidad de motivación, pero que discurren de manera distinta en cada caso.

**Myc:** ¿Qué papel desempeña ahí el atractivo del dinero?

**Knicker:** A partir de un cierto punto se puede ofrecer mayores compensaciones económicas a cambio de mayores prestaciones, pero en algún momento ese factor solo ya no funciona como único incentivo de motivación.

**Myc:** En ese caso, ¿cuál es la relación entre dinero y rendimiento?

**Knicker:** Lo decisivo es estar instalados económicamente en un ámbito en el que, en comparación con otros, nos sentimos tratados correctamente. Inyectar motivación de tipo económico sólo resulta en una minoría de unidades empresariales muy especiales. Me refiero, por ejemplo, a los departamentos de distribución y ventas. Ahí se necesita un buen sistema motivador de incentivos; en caso contrario la disposición productiva de los colaboradores deja rápidamente mucho que desear.

**Myc:** ¿Existen además otros factores que limiten la motivación ajena?

**Knicker:** Hay muchas cosas que pueden paralizar el afán de trabajar: los compañeros, las tareas, incluso el nuevo tapizado de las sillas de la cafetería que nos resulte repelente.

**Myc:** ¿Y qué hacer para realizar el trabajo a gusto y llevarlo a cabo con entusiasmo?

**Knicker:** Volver a preguntarse una y otra vez qué puede sacar adelante con las posibilidades a su alcance y cómo puede ampliar en cada caso su campo de trabajo de manera creativa. Los jefes apoyan la iniciativa individual siempre y cuando se cumpla concienzudamente el trabajo rutinario normal. Dicha iniciativa aporta innovación y éxito. Pero hay muchas personas contentas consigo mismas y poco dispuestas a sondear sus fronteras; es decir, metafóricamente, hortelanos prácticos que cultivan su pequeña parcela los fines de semana y que han adoptado una postura muy definida: “Amí que no me molesten”. Llegado el caso, siempre dirán que los demás son culpables de sus males.

**Myc:** Para elevar mi capacidad de entusiasmo, debo pues superar las barreras de motivación que yo mismo he levantado con anterioridad.

**Knicker:** Así es. Pero aquí hay que proceder estratégicamente: el primer paso es hacer introspección y preguntarse en qué campo puede uno actuar con éxito. No es extraño que entonces uno reconozca que le apetece otro trabajo distinto. Uno nota que no ha sabido elegir acertadamente su entorno profesional en que éste sólo se corresponde en grado insuficiente con sus propias metas y capacidades.

**Myc:** Quizá muchas personas no miran en su interior por la oscura presunción de haber apostado por el caballo perdedor.

**Knicker:** Es cierto. Hay mucha gente que no para de lamentarse año tras año de las circunstancias. Mi opinión personal es que en cada carrera se llega a ese punto cada cinco, seis o siete años. No sólo existe un ciclo de vida de un producto, sino también un ciclo de vida profesional.

**Myc:** ¿Qué entiende usted por esto último?

**Knicker:** Al principio hay una gran automotivación. Se quiere destacar en el



THEO KNICKER es catedrático de Dirección y Desarrollo de personal en el departamento de Economía de Empresa de la Escuela Técnica Superior Georg Simon Ohm en Nuremberg y un experimentado instructor de gestión empresarial. Instruye y asesora a acreditadas empresas del ramo de la automoción, editorial y de servicios.



empleo y nos sentimos impulsados por el deseo de conseguir el éxito, que es el principal factor de motivación. Si se alcanza el objetivo, se disfruta a fondo con el éxito. Se adquiere un mayor grado de compromiso. Pero en algún momento surge la duda de si ésa era la meta. Se agotan las reservas de motivación. Es el momento de preguntarse qué se puede hacer para renovar las fuentes de energía creadora.

**My:** Pero en las empresas pequeñas las oportunidades de nuevos retos parecen mínimas.

**Knicker:** Todo lo contrario. Son las más resistentes a la aparición de la mentalidad del hortelano aficionado de fin de semana. Estas empresas sienten de forma muy inmediata la presión de los mercados; necesitan adaptarse de continuo a las novedades. Se requiere gente de reacciones muy flexibles y altamente motivadas con su trabajo. En empresas de más volumen es mucho más probable que en algún momento uno de los colaboradores que siempre se ha sentido motivado se repliegue en sí mismo, sin llamar la atención.

**My:** ¿Hay indicios precoces de una mengua de la motivación?

**Knicker:** La gente trabaja motivada si existe equilibrio entre lo aportado y lo recibido. Si se cargan a mi cuenta interna de motivación más partidas que lo que se ingresa por otra parte en forma de éxito y reconocimiento, aparecen la frustración y la decepción. Son indicadores precoces de esa situación los retrasos o un descenso de la calidad en la ejecución de las tareas. Por regla general, el trabajador ve por doquier vasos medio vacíos donde hacía un año estaban todavía medio llenos. Todo se presenta enton-

ces desfavorable y problemático; las quejas cunden no sólo en el caso individual, sino también en el equipo entero.

**My:** ¿Cómo ha de reaccionar un directivo al observar tales transformaciones?

**Knicker:** De entrada, no ignorarlo. Lo mejor es ventilar la cuestión. Buscar la confrontación dialogante. Los trabajadores deben percatarse de que el jefe no les pierde de vista. Si los puntos de conflicto no se ponen sobre la mesa, el malestar avanza soterrado. El problema pendiente no lo solucionará un nuevo directivo que venga dispuesto a cortar por lo sano.

**My:** ¿Sería entonces mejor contratar en esa situación a asesores externos?

**Knicker:** Permítame cierto escepticismo. Los expertos externos están bien en las asesorías de empresas, incluso a veces son imprescindibles. Analizan determinados procesos, hacen sus diagnósticos e inician determinadas terapias. Pero las cosas cambian cuando se trata de sectores de la gestión más bien sensibles; pensemos, por ejemplo, en la convivencia constructiva y confiada entre personas. Un directivo empresarial haría muy mal en buscar a la fuerza y precipitadamente una especie de momento de revelación practicando con su equipo el fin de semana deportes de riesgo. Esas experiencias se vuelven a esfumar el lunes por la mañana, cuando sigan abiertas las brechas en los puestos de trabajo. En todo caso lo que todavía puede tener sentido son conversaciones individuales de entrenamiento con un auxiliar externo que ayude a esclarecer la situación.

**My:** Usted mismo asesora a numerosos directivos de empresa. ¿Cuándo tiene sentido en su opinión el entrenamiento?

**Knicker:** Cuando determinadas personas de cuyas prestaciones depende la marcha de una empresa no se implican en un determinado momento y con todo entusiasmo en su trabajo. En el entrenamiento se trata de aclarar la situación: ¿Qué es lo que le pasa a uno? ¿Por qué no funciona todo como antes? ¿Qué aspecto tiene mi campo profesional? ¿Hacia dónde debería orientarme? Un buen entrenador puede rastrear ya nudos de motivación en tres o cuatro entrevistas y en el mejor de los casos resolverlos de manera que se hagan visibles nuevas perspectivas de acción. Es decir, el entrenador prepara al directivo para que vuelva a ejecutar mejor su trabajo, pero no le acompaña personalmente a la empresa ni le ayuda en estas tareas. Hacerle ver, entre los errores a evitar, el concepto mal entendido de la gestión cooperativa. Desde los años setenta, muchos directivos no se atreven a confrontar a unos colaboradores con otros por miedo a enojarles y de alguna manera a inhibirles en su trabajo creativo. Pero yo estoy seguro de que esto a la larga no puede ir bien. Según mi experiencia los mayores errores en la dirección de personal consisten en que los directivos buscan en exceso y a todo trance la armonía.

**My:** O sea que un buen jefe tiene que dar de vez en cuando un puñetazo en la mesa.

**Knicker:** No le quepa duda. En ningún caso, con el talante de que "el de arriba pisa al de abajo". Como ejecutivo tengo que tener el valor de controlar, corregir, criticar, enfrentarme e incluso, si es necesario, imponer. Tengo que saber marcar razonadamente las metas; ser consecuente y claro en mis instrucciones. En mis seminarios he de recordar casi con carácter misionero el alto valor de las calificaciones de la línea dura.

**My:** Es decir que usted les enseña a los directivos de empresa el adiestramiento militar.

**Knicker:** ¡No, de ninguna manera! No se trata aquí de un retorno al tono cuartelario de tiempos pasados. Incluso un jefe debería discutir siempre desde el respeto a sus subordinados. Con "sed buenos y amables" no se puede dirigir una empresa. Se requiere un cóctel contextual de dirección, que se tiene que combinar una y otra vez de manera distinta según la situación. Entre los ingredientes cuentan la base de línea dura así como comprensión para el interlocutor, disposición negociadora, además de la facultad de saber olvidar y de volver a

empezar. Un buen jefe tiene que saber inspirar confianza y cerciorarse siempre de cómo les va a su gente, lo que significa que debe mostrar interés por la situación personal de cada uno.

**Myc:** ¿De qué armas provee usted a los directivos en sus seminarios para sus tareas en el día a día laboral?

**Knicker:** Examino si uno dispone de un repertorio de comportamientos suficientemente variado para hacer frente a los retos presentes o futuros. Incluso con jefes experimentados se descubre a veces un enorme vacío en lo que serían sus recursos de comportamiento. Y mi trabajo consiste en ayudar a tapar esos huecos. En otros términos, yo inicio a los participantes en determinadas exigencias de conducta, por regla general mediante juegos de roles muy relacionados con la práctica. Para la gente es como aprender a bailar. Y es que dirigir es un comportamiento que se tiene que ensayar.

**Myc:** ¿Cuál es la relación mutua entre estrés y motivación?

**Knicker:** En primer lugar, toda profesión tiene sus aspectos estresantes. Pero el estrés en sí no es malo. Se precisa cierto nivel de estrés para que nos sintamos a nosotros mismos y para que nos demos cuenta de que algo está pasando. Esto representa una postura básica de cara a nuestro trabajo. Aparte hay elementos estresantes innecesarios, como los atascos de tráfico en nuestro camino hacia la empresa. Lo que carga a los directivos con un estrés superfluo son por regla general esos elementos externos: los frecuentemente corrosivos detalles del entorno, las circunstancias adversas. En lo que atañe al núcleo central de su trabajo la mayoría de los directivos están altamente motivados y cumplen con gusto sus funciones.

**Myc:** ¿Pero no es eso justamente lo que se le exige a un directivo, que soporte también esos elementos estresantes externos?

**Knicker:** Seguro que lo podemos ver también así. En la vida no hay nada gratis. Y todo trabajo interesante tiene también sus aspectos de sombra.

**Myc:** ¿Es aplicable esto también fuera del trabajo, por ejemplo, en la relación matrimonial?

**Knicker:** Seguro. Lo cierto es que en todos los ámbitos de la vida se trata en último término de nuestro comportamiento, es decir, de cómo nos guiamos mejor a nosotros mismos y de la manera



*“Incluso con jefes experimentados se descubre a veces un enorme vacío en lo que serían sus recursos de comportamiento”*

de hacerlo lo mejor posible con otros. Si yo me comporto bien conmigo mismo, eso irradia positivamente en mi entorno. También en la familia y con mi esposa tengo siempre que volver a explicarme y a situarme.

**Myc:** Entonces, ¿cuáles son aquí los mayores desafíos?

**Knicker:** Lo interesante es cuando los interlocutores a lo largo de los años evolucionan en direcciones totalmente distintas. Uno de ellos sigue quizás un camino profesional por el que el otro a duras penas le puede secundar. Y en algún momento suena el conocido reproche: “¡Tú ya no me entiendes!”. Para no llegar a ese extremo los esposos deben preguntarse regularmente qué es lo que pueden hacer para seguir viviendo juntos motivados.

**Myc:** ¿Qué recomienda el entrenador de gestión empresarial?

**Knicker:** Tomar medidas preventivas. Para que los miembros de una pareja no se aparten progresivamente uno de otro deben tomarse regularmente por ejemplo sus tiempos muertos, sin los hijos. Ambos deberían abrirse mutuamente y mostrarse uno a otro un poco sus mundos separados. Casi automáticamente se

elaborarán los pensamientos decisivos para la configuración posterior de las relaciones. En último término cada miembro de la pareja mantiene con el otro algo así como un diálogo para llegar a acuerdos en cuanto a las metas, aunque este concepto no parezca ser aquí el más apropiado. Pero en el fondo es eso: ¿Dónde nos encontramos? ¿Adónde queremos llegar? ¿Cómo podemos conseguirlo juntos? Son interrogantes a los que los miembros de la pareja tienen que encontrar respuesta en el curso de su relación.

**Myc:** ¿Qué tiene que ver la educación con la motivación?

**Knicker:** Educar no es en realidad algo diferente de guiar. Los educadores preparan a los jóvenes para la sociedad. Para ello acumulan su repertorio de comportamientos. Y lo mismo que en la profesión aquí necesitan también cualidades de mano dura; y tienen que saber controlar, enfrentarse a las dificultades y corregir. También en la educación infantil desenterramos últimamente antiguos conocimientos que estaban sepultados al menos durante una generación: los buenos padres marcan los límites bien definidos a sus hijos y les hacen ver las consecuencias de su comportamiento.



## MENTE, CEREBRO Y SOCIEDAD

# Prosopagnosia

Muchas personas no consiguen relacionar las caras con las personas. Investigadores de la Universidad de Múnster han descubierto ahora que esta deficiencia, mucho más extendida de lo que se creía, es hereditaria

Thomas Grüter

**A** Robert Arthur Talbot Gascoyne-Cecil, tercer marqués de Salisbury, le resultaba difícil reconocer las caras de sus próximos. Tenía este problema incluso con los parientes, cuando se encontraba con ellos en circunstancias inesperadas. En cierta ocasión, mientras asistía, detrás del trono, a una ceremonia oficial, vio a un joven que le sonreía abiertamente. “¿Quién es ese joven amigo?”, le susurró a su vecino. “Su hijo mayor”, le contestó éste.

Al margen de su incapacidad de retener las fisonomías, el marqués estaba dotado de una excelente memoria. Desempeñó varias veces el cargo de primer ministro británico al final del siglo XIX y fue considerado como uno de los políticos más hábiles de su tiempo. El marqués nació (cabe suponerlo) con este defecto. Pero las personas que lo sufren compensan muy bien su debilidad identificando a sus conocidos a través del peinado, forma de andar o la voz. Es frecuente que los mismos afectados no lleguen a saber que les falta una información importante sobre sus conocidos.

Peor les va a quienes un accidente cerebrovascular les priva de la capacidad de reconocer las caras. Incluso mirándose al espejo ven, a veces, una cara desconocida. Los médicos y enfermeras que les atienden en el hospital les resultan desconocidos; les parecen extraños los propios parientes. Este era el panorama que se encontró el neurólogo Joachim Bodamer, recién terminada la segunda guerra mundial, en tres pacientes con graves lesiones cerebrales producidas en el frente. En un extenso y detallado artículo describió, en 1947, sus respectivos historiales clínicos y acuñó, para este trastorno de percepción, el término “prosopagnosia” (del griego ‘prosopon’, cara, y ‘agnosis’, desconocimiento). Hemos de esperar hasta 1974 para que Helen McConachie, de la Universidad de Newcastle, informara por primera vez de una prosopagnosia, al parecer innata, en una niña, por lo demás sana.

### Cambiar personas por ovejas

Desde entonces, la investigación con víctimas de un accidente o de un derrame o, más adelante, con personas con prosopagnosia innata, ha proporcionado una serie de conocimientos sobre el origen del trastorno y sobre los procesos alte-

rados en las personas ciegas a las fisonomías. Según parece, disponemos de un sistema especializado en el reconocimiento de las caras. En cuanto ha descompuesto en objetos separados la imagen captada por los ojos, nuestro cerebro procesa las caras humanas con independencia, y por separado, de todos los otros aspectos; pues los que padecen agnosia fisonómica pueden reconocer, sin problemas, animales y objetos y distinguirlos individualmente. Suele citarse en este contexto el caso de un asesor de empresas, al que una serie de accidentes cerebrovasculares obligó a abandonar su empleo. Se dedicó entonces a la cría de ovejas y, aunque las caras humanas no le decían nada, reconocía, sin problemas, a cada una de las ovejas. Pero también se da el caso contrario: muchos que han sufrido ictus siguen reconociendo, sin problema, las fisonomías, pero tienen grandes dificultades en reconocer cualesquiera otros objetos.

Los experimentos con monos rhesus han demostrado que el cerebro procesa las caras en unidades separadas. Los equipos de Robert Desimone, del Instituto Nacional de Salud Mental de Estados Unidos, y de David Perrett, de la Universidad escocesa de St. Andrews, des-

cubrieron en el lóbulo temporal de esos primates unas células nerviosas singulares que reaccionaban exclusivamente a las caras. Es válido hacer, por analogía, una transposición al cerebro humano, pues los humanos pertenecemos al mismo taxón y la estructura de nuestro cerebro se corresponde ampliamente con la de sus parientes animales.

### Récord en reconocimiento

Las investigaciones que utilizan el electroencefalograma (EEG) respaldan la tesis de que nuestro cerebro evalúa de modo especial las informaciones de las fisonomías. El EEG mide en el cuero cabelludo las sutiles corrientes eléctricas que provoca la actividad de las células cerebrales. Cuando una persona ve una cara, los electrodos registran, después de unos 170 milisegundos, una onda característica en el patrón de actividad cerebral. Pero cuando contempla otros objetos la reacción del cerebro es sensiblemente más lenta. Esto permite conjeturar que nuestro cerebro clasifica, en primer lugar, los objetos del mundo visual entre “caras” y “otros”, antes de proceder al análisis siguiente.

Desde mediados de los años noventa del pasado siglo, distintos equipos de investigación se venían esforzando por descubrir cómo reconoce el cerebro las caras, cómo las procesan las neuronas y qué zonas del cerebro participan en dicha actividad. Siempre se encontraban con una pequeña región del lóbulo temporal que suele reaccionar exclusivamente a las caras: la llamada área facial fusiforme (FFA) en la circunvolución fusiforme. Se trata de una estructura situada aproximadamente delante del centro óptico secundario, es decir, delante de la segunda estación de elaboración de la información visual en la corteza cerebral. Con todo, ante las caras no sólo se dispara la FFA. Eric Halgren, de la facultad de medicina de Harvard, y otros observaron una actividad en la circunvolución inferior del lóbulo occipital, en cuanto una persona observaba una cara. Al parecer, la información arriba a esa zona, lo mismo que a la FFA y al surco superior del lóbulo temporal (sulcus temporalis superior, STS). La FFA registra preferentemente los aspectos fijos de las caras; capta, pues, la función que, en los humanos, podría verse afectada por la prosopagnosia. La región STS, por el contrario, reacciona presumiblemente ante los rasgos cambiantes, ante la mímica.

Como resultado de numerosas pruebas con pacientes de prosopagnosia y grupos de control sanos, diversos equipos de investigadores han perfilado dis-



**1. ¿LE CONOZCO?** Los ciegos fisonómicos suelen rehuir las aglomeraciones para evitar situaciones penosas para ellos.

tintos modelos teóricos del reconocimiento fisonómico. Uno de los modelos más renombrados es el de Haydn Ellis y Michael Lewis, de la Universidad de Cardiff en Gales. Parte de que la primera clasificación que hace nuestro cerebro de las caras es entre “conocidas” y “desconocidas”. Y se obtienen dos sistemas de funcionamiento totalmente independientes uno de otro:

- El primero relaciona una cara conocida con una persona, selecciona los datos pertinentes y los transfiere a la conciencia.
- El segundo genera la respuesta sinérgica a una cara conocida.

Aunque este segundo sistema trabaja inconscientemente, los distintos equipos de investigadores han hallado indicios ciertos de su existencia. Se basan en experimentos sobre la reacción del sistema nervioso autónomo. Esta parte de nuestro equipamiento neuronal regula el equilibrio interno del cuerpo, por ejemplo, el ritmo cardíaco, la frecuencia res-

piratoria y la actividad de las glándulas sudoríparas. Trabaja en estrecha colaboración con los centros cerebrales que gobiernan los sentimientos. Por eso, la visión de unas caras familiares provoca una respuesta de este sistema. Cuando se les mostraba a algunos sujetos (que padecían prosopagnosia a causa de un accidente o de un derrame cerebral) fotografías de personas conocidas, en algunos reaccionaba el sistema nervioso autónomo y, por cierto, incluso si la cara les resultaba extraña a nivel consciente. De lo que se desprende que la prosopagnosia puede estar limitada a los procesos conscientes del reconocimiento de fisonomías; los pacientes pueden clasificar inconscientemente las caras.

Según el modelo de Ellis-Lewis cabría admitir también el caso inverso: que se mantenga el reconocimiento consciente y falle el inconsciente. En este caso, el afectado reconocería las caras, pero no tendría la sensación de que le eran familiares. De hecho, se da una forma extraña del “reconocimiento ilusorio” (interpretación falsa de percepciones



reales) en cuya base podría hallarse este mal funcionamiento; hablamos del síndrome de Capgras o del delirio del doble. Las personas que lo padecen están firmemente convencidas de que sus parientes más próximos han sido sustituidos por copias exactas, robots o extraterrestres. El equipo de Haydn Ellis estudió a una paciente con este síndrome: la mujer reconocía las caras, pero su reacción era apagada.

Una serie de pruebas apuntan inequívocamente hacia una tesis central: asignamos una cara a una persona en razón de muy diversos rasgos; no sólo registramos pormenores característicos tales como la forma de la nariz, el color del iris o la curva de los labios, sino también la disposición de estos detalles, es decir, las distancias, las líneas y los ángulos que forman entre sí. En esto el sistema de reconocimiento se ajusta con precisión a su disposición facial característica. Lo pone de manifiesto un experimento muy sencillo: se gira 180 grados la foto de una cara. Los elementos de la cara no cambian por ello, pero la disposición está literalmente cabeza abajo. Esto basta para dificultar mucho el reconocimiento de la cara.

A principios de los años noventa del siglo pasado Tim Valentine, de la Universidad de Manchester, aventuró una teoría sobre cómo se orienta nuestro cerebro en el conjunto de los rasgos faciales. Toma en consideración un conocido fenómeno: para nosotros, occidentales, todos los asiáticos orientales nos pare-

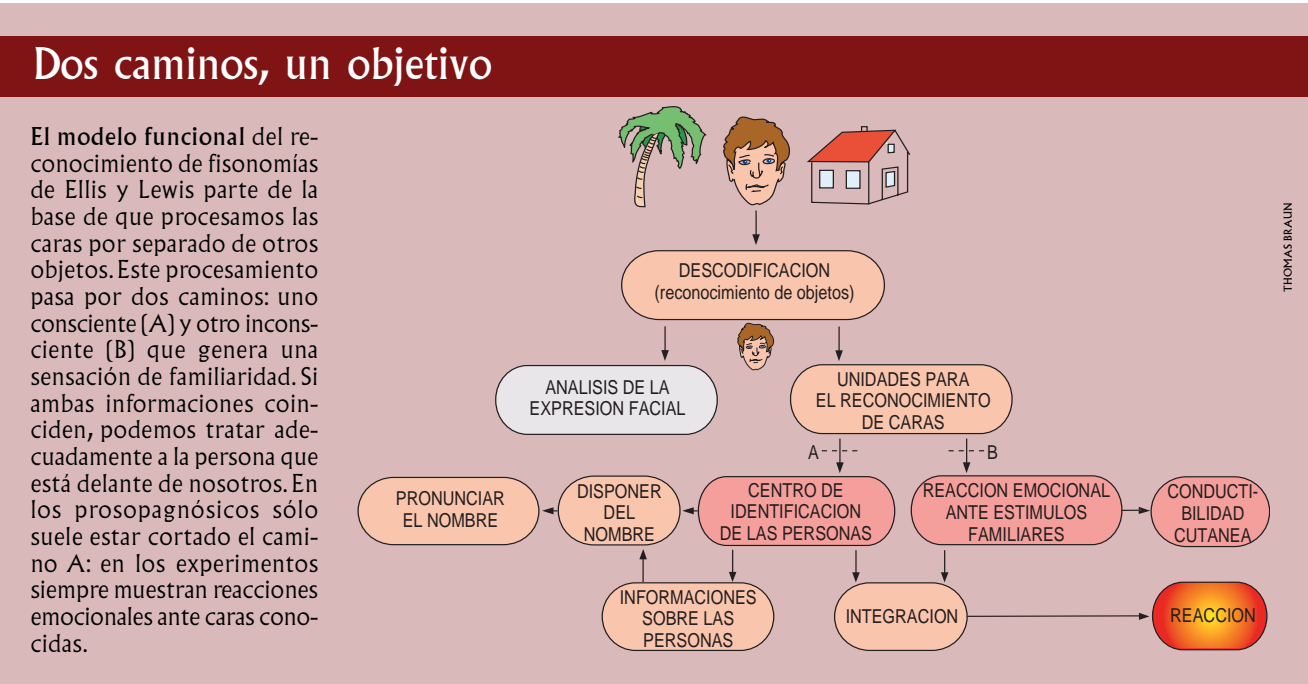
cen casi iguales (como para los asiáticos todos los europeos nos parecemos). Valentine parte de la base de que nuestro cerebro superpone las caras que le son conocidas sobre una "cara ideal". Ante una nueva cara, la analiza y sólo retiene las desviaciones del valor medio. La suma de las desviaciones forma, a su juicio, un vector multidimensional, cuya magnitud y dirección son características de cada fisonomía.

Un europeo configura esta cara ideal según la imagen de las personas de su entorno. Puesto que las caras orientales se apartan mucho en sus rasgos y, además, en la misma dirección del modelo de referencia, sus vectores faciales apenas si se diferencian unos de otros. Pero si un europeo pasa algo más de tiempo en Asia, se van superponiendo a la cara europea de referencia las fisonomías asiáticas y le resulta cada vez más sencillo reconocer individualmente también esas caras.

La causa de la prosopagnosia se manifiesta con nitidez en las personas que la padecen como resultado de una encefalopatía. Se han dañado o incluso destruido las áreas cerebrales pertinentes. Ahora bien, cuando se trataba de un trastorno congénito, no se reflejaba en una malformación cerebral. De hecho, siguen estando oscuros los mecanismos de su génesis. Sin embargo, las nuevas aportaciones de Ingo Kennerknecht, de la Universidad de Münster y experto en genética humana, han significado un paso importante.

En el año 2001 una madre preocupada había acudido a la consulta del investigador, porque tanto su suegro como su marido y su hija no solían acertar al reconocer las caras de parientes cercanos. ¿Se debía al azar tan alta frecuencia en el seno de una misma familia? Kennerknecht, en colaboración con Martina Grüter, averiguó muy pronto que nadie se había ocupado explícitamente del posible carácter hereditario de la prosopagnosia. Más aún: hasta ese momento no se había clasificado como enfermedad hereditaria ningún tipo de agnosia visual, es decir, de una disfunción en el reconocimiento de estímulos ópticos en el sistema nervioso.

A través de una lista de Internet de prosopagnósticos, los investigadores de Münster solicitaron la colaboración de los afectados alemanes y encontraron otras familias en las que el trastorno era frecuente. Ahora podían probar que la prosopagnosia era hereditaria, pues en los árboles genealógicos aparecía siempre un modelo repetitivo: sólo los afectados transmitían el gen; hombres y mujeres mostraban por igual los síntomas; se trataba de un alelo dominante autosómico. (Denominamos autosoma a los cromosomas no sexuales.) Por los datos que hasta ahora constan, es posible que el defecto dependa de un solo gen, que desconecte en el cerebro el reconocimiento fisonómico. Y viceversa, es probable que el gen en cuestión sólo desempeñe una función importante en esta prestación especial, pues los afectados



THOMAS BRAUN

## 2. CUESTION DE ORIENTACION.

Nuestro cerebro está preparado para reconocer caras, siempre que no estén cabeza abajo.

—los genetistas hablan de portadores del alelo— no dan muestras de ninguna otra carencia.

El equipo de Ingo Kennerknecht se propuso también calcular la incidencia de prosopagnosia congénita en la población. Repartieron un cuestionario entre unos cientos de escolares y universitarios de Münster. La sorpresa fue notable: casi en una décima parte de los encuestados las respuestas incluían indicios de un trastorno de reconocimiento fisonómico; ante ese hallazgo, plantearon preguntas más detalladas. Al final del trabajo, pudieron diagnosticar a casi un dos por ciento de los preguntados una prosopagnosia hereditaria. Extrapolando el resultado, serían muchos miles de personas de Alemania con problemas de disfunción del reconocimiento facial. Que un trastorno tan frecuente de percepción haya permanecido tanto tiempo sin ser reconocido se debe, con gran probabilidad, a que los afectados se las arreglan muy bien para compensarlo.

Con todo, los niños con prosopagnosia suelen comportarse de una forma peculiar. En los dos primeros años de vida se arriman a su madre, si hay adultos en la estancia. En la guardería les cuesta



hacer amigos; lo que no es de extrañar, pues no reconocen a sus compañeros de juego. En las conversaciones apenas si miran a sus educadores (y más tarde, a sus maestros); en ellos, la cara ejerce un poder de atracción menor. Comienza entonces a sospecharse si no será autista. (El autismo presenta un cuadro de trastornos que no tiene nada que ver con la prosopagnosia congénita.) Los niños



GRACE M. MOONEY DE CANADIAN JOURNAL OF PSYCHOLOGY 1957, vol. II, pag. 4

afectados pueden leer emociones en las caras. Además, no se encierran en sí mismos, sino que se interesan por los demás. Siempre podrán ser como el marqués que llegó a primer ministro.

---

THOMAS GRÜTER es un médico residente en Münster.

# El éxito de la mujer varonil

Los directores de relaciones humanas de las empresas aseguran que eligen a los candidatos a un puesto de trabajo por sus conocimientos, sin importarles la apariencia exterior. Varios estudios lo desmienten

Ulrich Kühnen y Sabine Sczesny

Imagínese el lector que dirige el departamento de relaciones humanas de una empresa y que tiene que escoger la persona idónea para cubrir un puesto decisivo vacante. En su mesa ha aterrizado un montón de solicitudes. Se han postulado candidatos femeninos y masculinos. Una vez leídos cuidadosa-

mente todos los documentos y después de una criba previa, pasará a la fase de entrevistas. ¿A quiénes convocará? Un aspecto importante es si influye en su llamada el sexo del solicitante.

Se trata de una cuestión delicada. De cara a la igualdad de derechos de los dos sexos, garantizada por ley, nadie admitirá que prefiere a un varón o a una mujer. Planteemos la cuestión de otra manera:

¿Podría influir en su elección que la persona aspirante presentara un aspecto masculino o femenino? ¿Incide el que una candidata fuera ancha de espaldas, tuviera un mentón anguloso y una nariz pronunciada? ¿Gozará de mayor opción si su semblante fuera más femenino, con cara redonda, nariz respingona y ojos grandes? Alguien podría considerar absurda la deducción del talante de una persona



**CUESTION DE MAQUILLAJE.** La mujer de las fotografías superiores encarna el tipo característicamente femenino; la de las inferiores, el modelo masculino. En función del maquillaje de estas mujeres nuestros probandos consideraban a la misma persona con más o menos dotes de mando.

a partir de tales rasgos; y, en consecuencia, presumir que se excluyen de la selección de un candidato. La realidad revela un proceder muy distinto.

En una serie de estudios hemos podido determinar el papel de tales influencias. Les entregamos a un grupo de estudiantes de los dos sexos carpetas de solicitudes ficticias, así como una descripción exacta de los puestos de trabajo a los que se podía aspirar. La tarea de los probandos consistía en juzgar la aptitud, la capacidad de liderazgo y otras propiedades relevantes de los solicitantes. En las documentaciones se incluía toda la información requerida por el director de personal: carta de solicitud, expediente académico, currículum y experiencia comprobada. La documentación aportada certificaba positivamente, en lo fundamental, a todos los aspirantes por igual, lo mismo en formación que en aptitudes personales para el puesto de trabajo de la convocatoria.

Había cuatro tipos distintos de solicitantes: la mujer de nítidos rasgos femeninos, la candidata virago, el varón de aspecto femenino y el varón que rezumaba testosterona a simple vista.

En la valoración de nuestros probandos, las personas con rasgos faciales y corporales masculinos constituían los individuos con mayor capacidad para hacerse respetar, más autoritarios, perseverantes, resistentes y con superiores dotes de mando que las personas con fisonomía femenina o femeninoide. Es decir, las personas con aspecto masculino tenían ventaja frente a las que parecían más femeninas. No importaba, aquí, en absoluto que los candidatos en cuestión fueran, biológicamente hablando, varones o mujeres.

### En la trampa del tópico de la virilidad

¿Hay una explicación para este fenómeno? Es posible que nuestros probandos no quisieran dejarse influir conscientemente por el factor del sexo del solicitante y que incluso se propusieran pasar por alto ese factor. Les entregamos una larga lista de características distintivas; deberían marcar con una cruz las que no les influirían en sus valoraciones. A tenor de los resultados, consideraban irrelevantes las características externas, pero admitían sin reservas que el sexo del

candidato podía desempeñar un papel importante. Es decir, los probandos tenían una visión consciente de su opinión en la cuestión de los sexos, si bien carecían de esa capacidad de “metacognición”, referida a la influencia decisiva que puede ejercer la imagen de una persona.

Esta hipótesis vino avalada por otros experimentos en los que nuestros participantes, al mismo tiempo que enjuiciaban a los candidatos, retenían en su memoria números de nueve dígitos. A falta de recursos mentales, debían proceder en ese momento sin mucho tiempo para reflexionar. De ahí que los varones sacaran mejores notas, por término medio, que las mujeres: había triunfado el viejo tópico de la mayor autoridad del varón. Sin embargo, en los cambios derivados de la nueva modalidad del experimento no influía la imagen externa de las personas. Lo que no era de extrañar, pues los probandos no sabían que el fiel de la balanza fuera la aparente imagen femenina o masculina de los candidatos. Razón por la cual no se podían defender contra esa circunstancia.

Debe resaltarse de la prueba que el aspecto femenino o femeninoide no minusvaloraba la capacidad profesional del candidato. Dependía, por el contrario, del perfil de la convocatoria. Si nosotros ofrecíamos un puesto de trabajo que permitía asociar cualidades “femeninas” (por ejemplo, capacidad de comunicación o empatía) al perfil de las exigencias del puesto, las personas con rasgos femeninos tenían por regla general preferencia. También en estos casos “nuestros jefes de personal” atribuían a los solicitantes las correspondientes cualidades “masculinas” o “femeninas” basándose en su aspecto externo. Lo que no se percibía, empero, era el sexo real.

No se pueden cambiar mucho los rasgos corporales —ojos grandes, nariz respingona o mentón muy marcado— a no ser que uno se someta al escalpelo de un especialista en cirugía estética. Pero podrían incidir otras características externas: vestido, corte de pelo, joyas o maquillaje.

Para investigar en este terreno, separamos los rasgos corporales de esos otros aditamentos. En los estudios precedentes ya habíamos encontrado personas con rasgos faciales claramente femeninos o masculinos. Para ello nos basába-





mos no sólo en nuestra estimación, sino también en la opinión de personas que ignoraban la hipótesis de nuestra investigación. Así, una de las mujeres tenía una cara más bien redonda, con nariz pequeña y un mentón poco marcado; otra, por contra, presentaba rasgos faciales angulosos.

Un fotógrafo profesional realizó sendos retratos de cada “modelo”, una fotografía con toque femenino y otra en estilo masculino. De esta manera podían combinarse a discreción los rasgos femeninos y masculinos con los retoques, tanto de orientación femenina como masculina. A continuación, presentamos carpetas de solicitud con idéntica calificación en todos los casos y se las entregamos a los probandos para su valoración.

Igual que en los ensayos anteriores los probandos estimaban que los candidatos con rasgos biológicos masculinos mostraban mejores dotes de mando que los que presentaban elementos fisonómicos femeninos. En términos generales, sin embargo, concedían a todas las mujeres arregladas con toque masculino y a los hombres más dotes de mando que

a las feminamente acicaladas. (Es un fenómeno extendido en otros terrenos. Los alumnos consideran autoritarios a los profesores con indumentaria formal, mientras que tienen por flexibles y más accesibles a los que visten con despreocupación. Se halla, asimismo, muy difundida la idea de que las personas con gafas son más inteligentes.)

### Profesionalidad femenina

De estos resultados podría deducirse, quizás un poco precipitadamente, que el maquillaje femenino repercute de un modo negativo en el ascenso profesional. Pero tal hipótesis sólo es cierta en el ámbito en que se exige un estilo autoritario. Cuando los participantes debían seleccionar candidatos para puestos que requerían coordinación y comunicación con los colaboradores, optaban sin dudar por personas de apariencia femenina. En breve, las personas con aspecto femenino no evocan, en absoluto, incompetencia; se les atribuyen otras capacidades.

Cabe la posibilidad de que nuestros experimentos no reflejen con fidelidad la práctica habitual. Para analizar el difícil

papel de la percepción de los sexos en el proceso de solicitud y de selección de personal, hubimos de concentrarnos en la apariencia externa y separarla de otros factores. En la realidad cotidiana son numerosos los factores que distinguen a un candidato de otro. No podemos, pues, expresar de antemano en qué medida exacta influirá la apariencia física en el proceso de decisión. Ese reconocimiento no empece que hayamos comprobado que existe y tiene presencia constante. Es presumible, por fin, que el efecto de la apariencia externa no se limite sólo al proceso de solicitud y selección. Quizá las mujeres femininas pero maquilladas con elementos masculinos gocen de mayores posibilidades.

---

ULRICH KÜHNEN, catedrático de psicología en la Universidad Internacional de Bremen, investiga sobre tópicos e improntas culturales. SABINE SCZESNY, de la cátedra de psicología social de la Universidad de Mannheim, trabaja en estereotipos relacionados con el sexo.

# Max

Cuanto mayor afinidad con el comportamiento humano se alcance mediante inteligencia artificial con tanta mayor facilidad se irá aceptando. Max es un robot de modales afables y atento a la mímica del interlocutor

Annette Lessmöllmann

Quien quiera conocer a Max debe antes calzarse zapatillas de fieltro en el umbral de su casa en Bielefeld, donde reside. El suelo del espacio cúbico en que mora es muy sensible. Paredes y suelo están recubiertos por una capa reflectante, como una pantalla de cine. Me adentro. El suelo comienza a vibrar, se elevan las paredes y diviso amplios pasillos. Se trata, sin embargo, de una ilusión, creada por seis proyectores ubicados en diferentes esquinas.

De repente aparece un joven por una esquina. Se apoya en una mesa y me mira con simpatía. Es Max, un hominoide virtual tridimensional con cabeza, cuerpo y extremidades. Aparenta ser tan auténtico, que invita a iniciar una breve conversación. Justamente lo que buscaban sus creadores: parecer un humano hasta el punto de aceptarlo por interlocutor. Su “progenitor” es Ipke Wachsmuth, profesor de inteligencia artificial en la Escuela Técnica de la Universidad de Bielefeld. Pero no fue diseñado para que los dos hablemos del tiempo, sino para constituirlo en “experto de ensamblaje multimodal” (MAX). En cuanto tal, es un especialista en la composición de objetos virtuales. Su función es llevarnos de la mano, ser una interfase entre el hombre y el computador. En lugar de

manejar ratón y teclado, el usuario deberá conversar con Max y construir, por ejemplo, el modelo de un coche o un avión.

Más para dar forma al mundo virtual con ayuda de Max, hemos de ayudarnos de algunas prótesis de comunicación. De entrada, unas gafas tridimensionales, que permiten la percepción espacial de las imágenes proyectadas en estéreo. En los extremos de las gafas se han instalado unas antenas cortas con esferas reflectoras, con cuya ayuda unas cámaras especiales determinan la posición de la cabeza del visitante al taller y transfieren los datos al ordenador. Esto es, Max “ve” hacia dónde se dirige su interlocutor y lo sigue con la mirada. Cada movimiento de uno se recalcula: si se agacha, la imagen tridimensional se modifica, de suerte que ahora el interlocutor ve los pies de Max por debajo de la mesa. Además, el visitante lleva un guante que marca los movimientos de la mano. Un micrófono de soporte auricular transmite las palabras al ordenador de manera inalámbrica.

Sobre la mesa de Max hay diversos tornillos y listones con agujeros. Su interlocutor humano extiende su extremidad derecha calzada con el guante de captación de datos y señala un tornillo. “Dame por favor esta pieza.” Max sigue la mano con la mirada. Entonces pone una expresión amistosa y señala él mismo la pieza: “Te refieres a esta de aquí?”, suena su voz sintética desde el altavoz.

Si se señala primero al tornillo, luego al listón perforado y se ordena: “Pon eso dentro”, contemplamos lo siguiente: la inteligencia artificial —los ordenadores del laboratorio de Bielefeld— calcu-

la si el tornillo encaja con el agujero. Si el tamaño no es correcto, Max pone expresión pesadosa, como si tuviera que disculparse por no poder realizar la tarea. Si el tornillo encaja, entonces se desplaza como movido por un fantasma hasta el lugar determinado.

## La expresión facial dice más que mil palabras

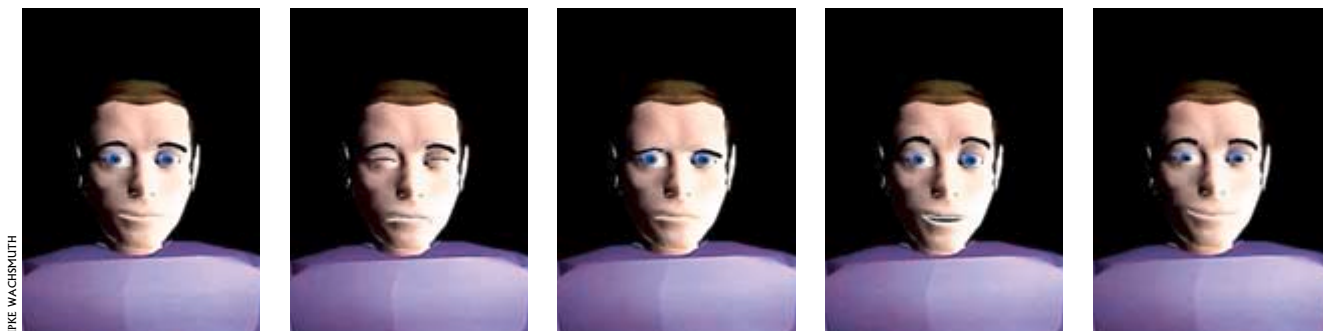
¿Por qué no junta Max los componentes? Porque el objetivo principal del grupo que dirige Wachsmuth no era simular los movimientos manuales necesarios para la construcción, sino la comunicación entre persona y máquina. En este ámbito el grupo ha hecho aportaciones pioneras. Con Max están haciendo avanzar el campo informático de la comunicación no verbal.

Hasta ahora la inteligencia artificial se ha venido concentrando en el reconocimiento de lenguajes verbales. Wachsmuth ha ido más allá y adoptó dos hijastros de las ciencias de la comunicación: la gesticulación y la mímica. Cuando señalamos objetos próximos, el mensaje se hace más inteligible que si describimos detalladamente la posición de un objeto con un río de palabras.

Ni que decir tiene que los gestos poseen otras funciones adicionales. En la comunicación humana actúan conjuntamente el habla, la gesticulación y la mímica. A veces, pueden sustituirse uno por otro. Un encogimiento de hombros o una mirada inquisitiva expresa a menudo más que muchas palabras. En Bielefeld se trabaja para conseguir una sincronización correcta entre habla y gesticulación.

## 1. UNA IA MUESTRA SENTIMIENTOS.

Para conseguir expresiones afables, sonrientes o sorprendidas el programa de Max se basa en un sistema de codificación peculiar desarrollado por psicólogos.



## 2. APRENDER A GESTICULAR.

El guante de captación de datos combinado con la inteligencia artificial lo hacen posible. Max reconoce e imita los movimientos de su interlocutor en tiempo real.

Max ya es capaz de mostrar desconcierto ante una instrucción no entendida. En su presentación de saludo no se limita a un escueto “Hola, ¿puedo ayudarle en algo?”, sino que acerca la mano de forma cortés para estrecharla. Detrás de ello está el conjunto de unidades de comportamiento incluidas en su programación.

Para dotarle al ingenio virtual de su repertorio de gestos, sus creadores se han inspirado en el lenguaje de la mímica. Cada ademán consta de numerosos componentes: con la posición de cada dedo, importa también la posición de la mano y su movimiento respecto al cuerpo. Se trata de un lenguaje con su peculiar sistema de notación, que remeda al alfabeto fonético.

Max puede ya generar los gestos y la mímica de forma autónoma y en tiempo real. Lo mismo que su interlocutor. En los estudios de animación se trabaja de una forma completamente distinta: los expertos en generación de gráficos miden



JÜRGEN SIEGMANN, BIELEFELD

los movimientos humanos y trasladan fragmentos completos de dichos movimientos a programas, para así lograr una simulación lo más natural posible. Pero estos seres del celuloide que emulan a los humanos no poseen ningún tipo de inteligencia. En cambio, por la inteligencia artificial del laboratorio de Wachsmuth se interesa ya la propia industria automovilística y aeronáutica.

### Amabilidad calculada

Se busca con todo ello superar la principal barrera entre hombre y ordenador, la del lenguaje. “¿Podríamos desplazar esa cosa amarilla un poco más hacia la izquierda?”, pregunta el modelista sentado junto al técnico ante el esbozo virtual de una nueva limusina. Igual o mucho mejor se le hubiera entendido si indicase “¡Eso de ahí!”, mientras acompaña con el dedo su expresión. Hasta ahora los ordenadores no entendían esta forma tan sucinta de expresión. Max, por el contrario, no sólo puede interpretar gestos, sino que se comporta de manera extremadamente humana. Se rasca la cabeza o cambia su centro de apoyo de una pierna a otra, si se aburre. Incluso “respira”: la caja torácica de Max sube y baja casi de manera imperceptible.

En principio Max sólo constaba de huesos y extremidades virtuales. Faltaba dotarle de cabeza y piel. Ahora porta músculos simulados bajo la piel artificial, responsables de los movimientos de la boca al hablar. A cada fonema (la unidad mínima de expresión verbal) se le asigna una posición facial que debe aparecer en la expresión de dicho fonema. Mediante el funcionamiento conjunto de los músculos simulados se producen las “unidades de acción”: las unidades mínimas de las que se compone una expresión facial compleja.

3. EN LA MESA DE TRABAJO. “¡Enrosca la pieza de la derecha!” Debido a que Max entiende también los gestos, las expresiones poco definidas no representan un problema de comunicación para él.



JÜRGEN SIEGMANN, BIELEFELD

ANNETTE LESSMÖLLMAN es lingüista.



# Intuición e inversión en bolsa

Las sociedades de fondos bursátiles despliegan un enorme esfuerzo por superar a la competencia en el éxito de sus inversiones. Ciertos ensayos realizados con legos en la materia muestran, sin embargo, que, para acertar, no se requiere ser un experto

Ariane Meienbrock

De vez en cuando fruncen el ceño los expertos de Wall Street. Lo creen y no acaban de creérselo: “el depósito de acciones de una niña de cinco años supera los fondos de inversión”. Por no recordar la historia del simio que seleccionaba los efectos de valores, y acertaba tanto como un profesional, lanzando dardos contra las páginas del periódico dedicadas a los movimientos de las acciones.

Los institutos financieros se caracterizan por la búsqueda incesante de procedimientos de análisis más refinados. Para sus técnicas proyectivas se fundan en la actualización continua de los datos fundamentales de las empresas. ¿Carecen de base sus métodos? Es posible que, de todas formas, nadie consiga en el mercado de valores ganancias a largo plazo superiores al promedio.

La hipótesis de mercado eficiente (HME), base de muchas tomas de decisiones en la selección de valores de bolsa, establece que, a la larga, ningún inver-

sor puede obtener mayores ganancias que las que fijan los índices de mercado. Describen éstos el desarrollo de un grupo de acciones. El Dax-30, por ejemplo, recoge los precios de los papeles de las treinta mayores empresas alemanas. Bajo la HME subyace el supuesto de que, en la bolsa, se impondrán los inversores que mejor prevean el verdadero valor de las acciones, es decir, el valor actual de la empresa por cada acción más los rendimientos futuros y que todavía no se conocen actualmente. En este sentido, con sus decisiones inversoras aproximarán esos índices al valor genuino del mercado. Los inversores menos certeros se retiran antes o después de este juego de ganancias de los cursos de acciones, de forma que el estado del índice reproduce, al final, el valor real de todas las acciones de un mercado y a la larga no se puede ganar más de la subida de este valor.

La HME se ve también respaldada por los estudios longitudinales de varios años, según los cuales el crecimiento en valor de fondos de acciones manejados

profesionalmente va a la zaga del desarrollo general de dichos cursos. La razón estriba en que los administradores de fondos retienen una reserva de dinero en metálico, a menudo improductiva, para poder reaccionar en todo momento a los movimientos del mercado. A eso se añaden las comisiones por administración, que diluyen los beneficios de los fondos.

Andreas Ortmann y su grupo, del Instituto Max Planck sobre Investigación de la Formación, radicado en Berlín, pusieron en entredicho las opiniones admitidas sobre las decisiones financieras. De hecho tenían sus propia hipótesis de partida: quizá se pueden sacar beneficios superiores al promedio, pero no con el mayor número de informaciones posibles y de instrumentos aún más refinados, sino sobre la base de reglas decisorias muy elementales.

## Apariencia y realidad

Las “heurísticas de lo sencillo” son la especialidad de Ortmann y su equipo. Allí, en el Max Planck, trabajan con métodos de la biología, psicología y matemática para investigar las decisiones humanas cuando se dispone sólo de informaciones incompletas. En otro contexto (la elección de pareja) corroboraron ya la eficacia de las reglas elementales de decisión.

En el caso de las acciones, el principio más simple reza así: compra las acciones de la empresa que conoces y apártate de todas las demás. El criterio de “lo conocido” se halla en la misma entraña del hombre desde los primeros momen-

### 1. FLUJO INFORMATIVO FATAL.

A veces a la hora de tomar decisiones a muchos especialistas los árboles les impiden ver el bosque; en cambio, los legos en la materia reaccionan sirviéndose de sus conocimientos implícitos.



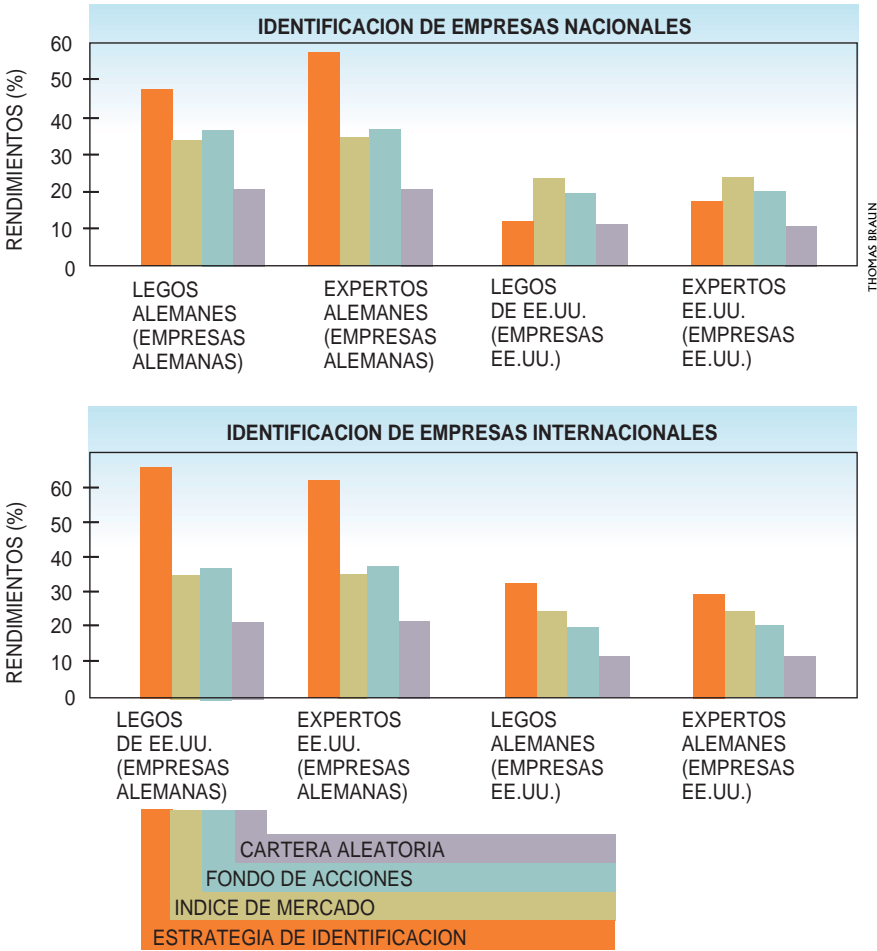
REUTERS

**2. POR DELANTE DE TODO LA IGNORANCIA.** Incluso con informaciones limitadas se puede tener éxito en la bolsa. A algunos transeúntes de las zonas peatonales de Munich y Chicago ("legos") así como a estudiantes de ciencias económicas, mejor informados en este campo ("expertos"), les presentaron una lista con el ruego de identificar las empresas que les resultaban conocidas. Posteriormente, los investigadores constituyeron carteras con los nombres de referencia; en cada caso, con acciones del país natal del grupo entrevistado (empresas nacionales) así como con acciones de empresas del otro país (internacionales). El desarrollo del valor de los depósitos en el año 1997 se comparó con los índices de mercado, con fondos de acciones administrados profesionalmente así como con paquetes de acciones compuestos aleatoriamente.

tos de su aparición. Nuestros antepasados preferían seguramente recolectar las bayas silvestres que ya habían probado antes para evitar el peligro de envenenamiento con frutos desconocidos. Siguiendo esta tradición, el afamado experto en inversiones Peter Lynch aconsejaba no colocar nunca dinero en una empresa que no se conoce.

Los investigadores del Max Planck confeccionaron una lista de grandes empresas norteamericanas y alemanas que cotizan en el mercado bursátil. Les presentaron el elenco a 480 probandos, que debían marcar los títulos de las compañías cuya existencia conocieran. Los participantes pertenecían a cuatro grupos: dos eran reputados expertos (estudiantes de ciencias económicas en su ciclo superior de Munich y de Chicago) y otros dos legos (transeúntes de las zonas peatonales de ambas ciudades, interpelados aleatoriamente por los investigadores). Los componentes de los grupos tercero y cuarto disponían significativamente de menos información sobre la situación del mercado de valores e identificaron la mitad de las empresas que los estudiantes.

Con las acciones seleccionadas por este sistema, Ortmann y su equipo formaron ocho depósitos virtuales de valores. Cuatro de ellos contenían las opciones escogidas por los no especialistas y los expertos referidas al país correspondiente a cada uno de ellos. En las otras cuatro carteras se encontraban los



valores elegidos por los cuatro grupos de personas y referidos a otro país. Para llegar a una selección nacional, al menos el noventa por ciento de los probandos tenía que haber reconocido el nombre de una empresa. Los depósitos "internacionales" incluían los diez títulos más conocidos del país en cada caso ajeno. La ingenuidad de los legos en asuntos bursátiles se reflejaba en que sus depósitos constaban de pocos títulos de acciones y que éstos pertenecían a las grandes empresas. Así, por ejemplo, los peatones muniqueños conocían sólo ocho empresas alemanas: Allianz, Bayerische Vereinsbank, Commerzbank, Daimler, Dresdner Bank, Lufthansa, Porsche y Siemens. En cambio, los expertos financieros podían dar espontáneamente catorce nombres.

Los investigadores en decisiones asignaron a cada depósito la misma suma virtual. A continuación, dejaron las inversiones sin control durante seis meses. Dos de los científicos berlineses estaban tan convencidos de su método, que depositaron dinero propio en las carteras de identificación. Una vez transcurrido el plazo de la inversión, en el Max Planck

se calculó el éxito comparando el desarrollo de los cursos de las acciones de las carteras con diferentes dimensiones distintivas:

- subida de valor durante el mismo período de tiempo de los fondos de acciones que habían invertido en un segmento del mercado equiparable. Podían de ese modo comparar directamente el éxito de los legos y de los alumnos expertos con los auténticos profesionales en inversiones,
- índices usuales en los mercados correspondientes,
- depósitos de valores, compuestos, según el principio de casualidad, por valores de las bolsas alemanas y norteamericanas.

La última idea estaba inspirada en el *Wall Street Journal*. Los periodistas del diario financiero habían comparado durante un largo período de tiempo el comportamiento de depósitos elegidos al azar con las recomendaciones de los expertos. Los resultados de los primeros fueron a menudo mucho mejores. Una posible conclusión era que se podía depositar más confianza en el mono lan-



**3. TEMPLO DEL CAPITAL.** En Wall Street, Nueva York, se hace el mayor número de operaciones de bolsa de todo el mundo.

zando el dardo que en las opiniones de los especialistas.

Digamos por adelantado que los dos valientes inversores del Max Planck podían ufanarse al cabo de ese período experimental en la primera mitad del año 1997. En tres casos, las ganancias de paquetes de acciones reunidas en las carteras de identificación llegaron al sesenta por ciento, y en seis de las ocho de dichas carteras habían derrotado rotundamente a todos los competidores (véase la figura 2).

Los que peor resultado obtuvieron fueron los depósitos mezclados al azar: los resultados obtenidos oscilaban en torno a un 15 por ciento de promedio. Siete veces por debajo de los depósitos de identificación y una vez por encima de ellos. La subida de valor de dos fondos, manejados profesionalmente, se quedó, durante este medio año, en seis casos, por detrás de los depósitos de identificación, y en tres casos de ellos en una proporción de un tercio. Lo interesante fue que los depósitos del grupo ABC sobrepasaron en general a los conocidos índices de mercado Dax y Dow, lo que contradice por completo la hipótesis del mercado eficiente. El resultado sorprendió también al propio Ortmann: “Yo creo de verdad en la hipótesis del mercado eficiente; no hay ahí posibilidades muertas de obtener beneficios; no hay secretos escondidos, pues en el momento en que surgen nuevas informaciones, el mercado reacciona y el índice se autorregula consecuentemente”.

Sin embargo, al menos en los propios experimentos, la regla elemental de decisión alcanzó un extraordinario éxito. Obtuvieron mejores resultados los depósitos “internacionales”: acciones de mercados de los que todos los probandos poseían muy escasa información. También hay una relación directa entre el grado de conocimiento y el desarrollo de los cursos de las acciones. En el Max Planck se llegó a esa conclusión después de abrir diferentes carteras de identificación y de observar la subida de valor de las carteras formadas por diez, veinte o incluso treinta de las acciones más conocidas. Más allá de los voluntarios, los resultados hablan por sí solos: cuanto más conocidas son las acciones de un depósito, tanto mayor es su subida de valor.

Eso demuestra que las informaciones implícitas —por ejemplo, las contenidas en el grado de popularidad de una empresa— pueden resultar no menos determinantes que el saber explícito a la hora de tomar una decisión. La información oculta se hace entonces accesible a través de la regla “¡decidete por lo conocido!”.

Los expertos en mercados de acciones podrían objetar que los experimentos del Max Planck se desarrollaron en una fase de subida de la bolsa, en un período de cursos continuamente al alza. Para salir al paso de esa crítica posible, se iniciaron otros dos tests: se volvió a emplear la estrategia decisoria para participar en dos juegos de planificación

accionarial, organizados ambos en el año 2000 por las revistas “Bolsa online” y “Capital”. En aquella época había concluido la fase de recalentamiento de la subida de los valores de las acciones y se asistía a una caída en picado.

Bien es verdad que los juegos de bolsa se desarrollaron durante períodos más cortos que el primer estudio —seis semanas en “Capital” y ocho en “Bolsa online”— y que se consultó también a menos participantes: cien legos en el primer caso y sesenta en el segundo. Pero también en esta ocasión resultaron un éxito. En cualquier caso, en el concurso organizado por “Capital” subió el valor de la cartera con las acciones más conocidas en un 2,53 por ciento; se instaló en el campo de las mejores un 15 por ciento y consiguió el puesto 2085 entre 17.600 participantes. El depósito de identificación logró un resultado mucho mejor que el depósito modelo del redactor jefe, que en ese período de tiempo perdió un 18,55 por ciento de su valor.

En el juego de “Bolsa online” Ortmann formó al mismo tiempo cuatro depósitos de identificación: en cada caso, uno con acciones que conocían el ochenta o el noventa por ciento de los probandos femeninos o alternativamente los masculinos. También estos cuatro depósitos de acciones ocuparon puestos por encima de la mitad de la lista de entre 43.000 depósitos concurrentes. Un resultado interesante fue que las dos carteras elegidas por las participantes femeninas obtuvieron mayores ganancias que la selección hecha por sus compañeros: 7,28 y 4,80 por ciento respectivamente de subida de valor frente a un 3,32 y 2,32 por ciento de los varones. Y eso que en las entrevistas previas las mujeres incluso admitieron conocer menos empresas que los hombres.

Ortmann admite que los juegos de planificación accionarial sólo tienen el valor de un test rápido y sin complicaciones. Quizá sea explicable el éxito de la “heurística del agarra lo que conoces” por un fenómeno que en las ciencias económicas se llama el problema de la coordinación: numerosos participantes del mercado reaccionan simultáneamente ante una información en ese campo —en este caso el grado de popularidad de una empresa— y a través de sus compras empujan el precio mucho más hacia arriba de lo que justificaría el valor real de un producto.

ARIANE MEIENBROCK investiga en el Instituto Max Planck de Neurobiología.



# Neurología de la decisión

En el córtex prefrontal se halla la sede de la toma de decisiones.  
Si sufre una lesión, las personas se comportan de manera extraña

Ariane Meienbrock

**A** lo largo del día tomamos miles de decisiones. Empezamos por escoger la ropa que vamos a llevar. Desde la perspectiva de la investigación cerebral, sin embargo, el movimiento de levantarse de la cama constituye ya una toma de decisión. Si vamos sumando, a lo largo de los años se acumulan miles de decisiones que tejen en último término el decurso de nuestra vida y definen el grado de satisfacción o insatisfacción con nuestra existencia.

Hay personas incapaces de tomar una decisión racional o de controlar su comportamiento. Por lo común han sufrido una lesión cerebral o un accidente cerebrovascular. A través del comportamiento de tales personas, podemos conocer el modo en que la corteza decide.

A lo largo de los años, Antonio Damasio, de la Universidad de Iowa, ha ido formando un banco de datos de pacientes con lesiones cerebrales. A uno de ellos —llamémosle López— le habían seccionado, en intervención quirúrgica, el córtex orbitofrontal, zona ubicada directamente por encima de las órbitas oculares. Antes de la operación López era un padre ejemplar y un trabajador modelo. Tras pasar por el quirófano, parecía otro. Llegaba tarde al trabajo y no era capaz de organizarse. Le despidieron de la empresa y sucesivamente fue perdiendo otros empleos, cada vez menos cualificados.

Paralelamente, empeoraron las relaciones con su mujer. Rompió su matrimonio y se divorció también de otro enlace posterior. Casi todos sus problemas derivaban de un origen común: se había vuelto incapaz de tomar las decisiones adecuadas a cada circunstancia. Lo mismo se precipitaba irreflexivamente en arriesgados negocios financieros, perdiéndolo todo, que se demoraba largo tiempo en la más insignificante de las decisiones. Se podía pasar horas enteras

ante la carta del restaurante sin saber al final qué escoger. Pero la operación no había afectado ni a su inteligencia ni a su capacidad para resolver problemas. En los tests con tareas ficticias acertaba siempre la solución cabal. Sus problemas aparecían en el quehacer real de la vida diaria. Sobre todo, López parecía incapaz de llevar a la práctica cualquier proyecto.

Las alteraciones de personalidad de López derivaban de la intervención. El órgano afectado en este caso, el córtex orbitofrontal (COF), forma parte del córtex prefrontal (CPF), nuestro centro de coordinación de los procesos implicados en el lenguaje, la atención y la memoria. En el córtex prefrontal se ubican las “funciones ejecutivas”, es decir, se desarrollan aquellos procesos mediante los cuales reaccionamos ante los estímulos del entorno de un modo acorde con la situación correspondiente. En lo que aquí concierne, se trata de sopesar las alter-

nativas de acción y la planificación de la cadena de actuaciones. El CPF se responsabiliza de tareas de eminente importancia: toma decisiones e impulsa su puesta en práctica. El abanico va desde las cosas más sencillas (levantarse cada mañana) hasta los procesos más complejos (elección de la profesión o de la pareja matrimonial).

## Zona represora

En este marco, la región orbitofrontal, de la que López había sido privado, desempeña funciones especiales. Los afectados por un trastorno del COF toman, por ejemplo, decisiones absurdas de orden económico y hacen proyectos sin cesar, que nunca llevan a cabo. Y es que entre las funciones principales del COF sano se cuenta la de reprimir los impulsos de actuación. Algunos opinan que el cerebro funciona como un “motor de reacción con frenado selectivo”. Cuando el organismo reacciona espontáneamente



**1. ¿QUE HACER?** A lo largo de la vida el hombre tiene que tomar decisiones continuamente.

ante los estímulos del entorno con una determinada acción, el COF la obstaculiza si ésta es inoportuna o no deseada. Cuando falla tal función del COF, la persona afectada da muestras del llamado comportamiento de utilización: pulsa, por ejemplo, todo botón que se le presente o pela todos los plátanos que se ponen a su alcance.

El experimento de las tareas conocidas por “adelante/no ejecutar” ayuda a imaginarse la dificultad de reprimir los impulsos. En este tipo de tests, los probandos deben reaccionar ante determinados estímulos e ignorar otros. En comparación con los sujetos control, los pacientes con lesiones del COF encuentran muchas dificultades en aprender el momento adecuado de reaccionar. Sobre todo, reaccionan con mucha más frecuencia a la condición de “adelante/no ejecutar”; a saber, precisamente cuando la respuesta adecuada a un estímulo consiste en dejar de hacer algo. Conviene subrayar que los malos resultados de los pacientes con lesiones en el COF en la prueba no guardaban relación con su olvido del estímulo ante el que tenían que reaccionar. En los tests correspondientes, su memoria a corto plazo se desenvolvía con normalidad.

A las personas con trastornos en el córtex orbitofrontal les resulta a menudo imposible apartarse de una estrategia interiorizada. El test de barajadura de Wisconsin (TWOT) nos ilustra el fenómeno. El conductor de la prueba idea un criterio de ordenación de los naipes; por colores, sea por caso. Ignorante de ese criterio, el probando empieza a destapar sucesivamente las cartas y a ordenarlas. En los casos en que aplica el criterio

ideado, el conductor de la prueba lo ratifica con un “bien” o, contrariamente, con un “mal”. El probando va cambiando la estrategia hasta descubrir el criterio en cuestión.

Pero, llegado a ese punto, el responsable del test cambia sin aviso previo la estrategia de clasificación. Marca con un “mal” cuando el probando continúa colocando los naipes conforme a la regla anterior. Los participantes sanos cambian entonces su estrategia; no así las personas con lesiones en el córtex orbitofrontal, que persisten aferrados al criterio de ordenación anterior. Pero lo más sorprendente es que, si se les pregunta, reconocen que su estrategia es errónea; pueden incluso identificar la adecuada. Les resulta, sin embargo, imposible cambiar su comportamiento en el sentido correcto. El caso de los tests de “adelante/no ejecutar” revela esa disociación, característica de los pacientes orbitofrontales, entre la discriminación consciente de una realidad y el comportamiento concreto manifestado frente a dicha realidad.

“La prueba de los jugadores”, ideada en los años noventa por Damasio, apuntaba en último término a la manera en que el córtex orbitofrontal prepara las decisiones mediante una valoración emocional de las alternativas de actuación. A todas luces parece imposible tomar decisiones desde la óptica puramente racional; la prueba de los jugadores muestra incluso que se toma una decisión errónea si se elimina la ayuda emocional.

En este test los participantes reúnen a su arbitrio una serie de cartas agrupadas en cuatro mazos. Los naipes representan una ganancia o una pérdida de deter-

minadas sumas de dinero, que varían de una carta a otra y de un montón a otro. El objetivo es que el probando vaya cogiendo cartas para obtener el máximo beneficio. Los dos primeros mazos contienen cartas que proporcionan ganancias de cien dólares; los otros dos, sólo de cincuenta. A la larga, resulta mejor sacar cartas de los montones de cincuenta dólares, ya que en éstos las pérdidas son de mucho menor cuantía.

### El sentimiento por encima del conocimiento

En el transcurso del juego, los participantes sanos se inclinan cada vez más por sacar cartas de los montones de cincuenta dólares hasta que en el último tercio de la partida dejan de lado los otros dos. Pero los pacientes orbitofrontales no siguen ese camino, sino que sacan crecientemente más cartas de los montones de cien dólares que de los menos peligrosos; no cambian su comportamiento ni aun cuando el experimento se repita al cabo de un mes o de medio año.

Durante el ensayo de los naipes, Damasio registraba la conductividad dérmica de los probandos, un parámetro que mide el grado de activación del sistema nervioso autónomo. Según los resultados anotados, la conductividad de todos los probandos dependía de si habían destapado una carta con ganancias o con pérdidas.

Avanzado el juego, los índices subían poco antes de que los probandos sanos destapasen la carta; en ellos se desarrollaba una reacción anticipatoria. Este fenómeno se manifestaba con tanta más intensidad cuanto mayores riesgos existían en el montón del que iban a destapar el naipe. No se daba tal incremento de valor en los pacientes con lesiones en el córtex orbitofrontal. Reviste máximo interés que la reacción inconsciente del sistema nervioso autónomo preceda al conocimiento consciente del riesgo. Expresado con otras palabras: en los participantes sanos que calculaban de antemano pérdidas importantes se detectaba la reacción anticipatoria ante todos los montones de naipes. Aunque es cierto que en ese momento del juego todavía no podían concretar la relación entre ganancias y pérdidas de todos los montones, no menos cierto es que, después de descubrir unas cincuenta cartas, los participantes se percataban



ZEFA

**2. REACCION EN CADENA.** En el ajedrez, como en la vida, una sola decisión abre el camino a innumerables posibilidades.

paulatinamente del riesgo oculto en las pilas de cien dólares y a partir de ahí volvía a bajar la conductividad dérmica anticipatoria frente a los montones de cincuenta dólares.

### Complejidad creciente

A lo largo del ensayo, algunos de los probandos sanos no llegaron a la fase consciente; evitaban, sin embargo, los montones muy arriesgados y exhibían una elevada conductividad dérmica anticipatoria. La mitad de los pacientes orbitofrontales reconocía el criterio de ordenación de cada montón, lo que no era obstáculo para que siguieran eligiendo las pilas que contenían mayor riesgo y no mostraran una conductividad dérmica anticipatoria.

Así pues, este experimento revela que el saber no conduce necesariamente a la acción. A partir de sus resultados Damasio formuló la hipótesis de los marcadores somáticos, según la cual el córtex orbitofrontal vincula las alternativas de acción a reacciones corporales (palpitaciones cardíacas aceleradas y sudor cutáneo). Estos fenómenos —según se perciban como agradables o desagradables— influyen en la alternativa que elige la persona.

Sin embargo, se requiere algo más que la asociación con premio o castigo ante la toma de decisiones del tipo de la elección de profesión. Hablamos de opciones con proyección hacia el futuro y con las que no cabe simplemente la alternativa de verdadero o falso. Para tales casos activamos, entre otros, el córtex prefrontal dorsolateral (CPF-DL). Esta zona del córtex prefrontal es de especial significado para nuestra memoria operativa: se mantiene activada siempre que se hallen disponibles para su procesamiento informaciones relevantes en las tomas de decisiones. Constituye, además, un medio auxiliar para no perder de vista el orden jerárquico de los objetivos y para mantener el equilibrio entre las diferentes opciones.

En los años noventa, Patricia Goldman-Rakic, de la Universidad de Princeton, emprendió cierto ensayo que puso de manifiesto el papel del córtex prefrontal dorsolateral. Colocaba una recompensa, que escondía a la vista de un mono, debajo de una de dos tapaderas. A continuación, hacía bajar por unos instantes una pantalla entre el mono y los dispositivos del experimento. Pasado ese momento de espera sin contacto visual, el mono podía levantar la tapa bajo la que barruntaba el premio. Mientras tanto, se medía con electrodos la actividad cerebral del animal. Y halló que, durante el tiempo de

**3. LUGAR DE LOS HECHOS.** Estas zonas cerebrales participan en nuestra toma de decisiones. Arriba, una vista desde el exterior; abajo, un corte del cerebro que permite ver también las estructuras internas.

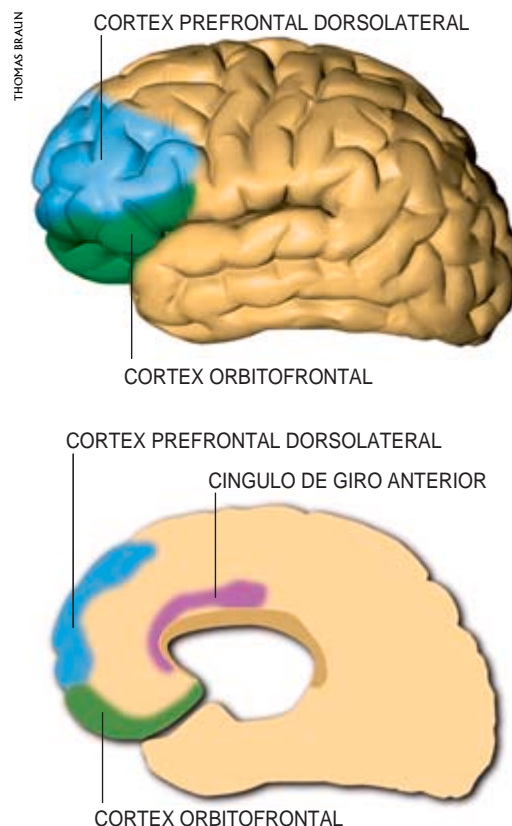
espera, persisten excitadas las neuronas del CPFDL: período en que el mono ha de mantenerse en expectación de recompensa sin ningún tipo de interferencia proveniente de estímulos del entorno. Los monos con graves lesiones de lóbulos frontales no pueden resolver esta tarea.

También nos topamos con graves problemas en las personas con lesiones en el CPFDL. Vinod Goel, de la Universidad de Nueva York, y Jordan Grafman, del norteamericano Instituto Nacional de Salud Mental, hicieron un reconocimiento a cierto paciente, llamémosle Pérez, cuyo comportamiento decisivo reflejaba trastornos sensibles, lo que le acarrea una incapacidad para enfrentarse ante problemas poco estructurados. Pérez había sido un arquitecto de mucho éxito hasta que, en una operación, le seccionaron el córtex prefrontal dorsolateral derecho. Tras esta intervención quirúrgica, necesitaba cada vez más tiempo para hacer sus proyectos; además, le resultaba imposible llevarlos a la práctica. Tampoco podía recurrir para la toma de decisiones a informaciones de la memoria a largo plazo, dominadas por él desde hacía mucho tiempo. Había perdido la capacidad de acceder a sus conocimientos, a diferencia de otros pacientes con lesiones orbitofrontales, en los que se da una clara disonancia entre los conocimientos a los que podrían recurrir y su comportamiento manifestado.

Además del córtex orbitofrontal y del prefrontal dorsolateral, hay otras regiones cerebrales que intervienen en los procesos de toma de decisiones. Se cita el cíngulo (córtex cingular anterior, CCA), una región situada por encima del cuerpo calloso, que enlaza los dos hemisferios cerebrales y que ayuda al reconocimiento de errores cometidos.

### Manejarse pese a la inseguridad

Hugo D. Critchley, del Colegio Universitario de Londres, realizó el siguiente experimento: los probandos veían sucesivamente dos naipes; después del primero tenían que predecir si el segundo era de más o menos valor que el anterior. En caso de acierto, ganaban dinero; si se equivocaban perdían una determinada suma.



Naturalmente el grado de inseguridad en la decisión variaba con el experimento: la inseguridad era inexistente con un siete de oros o con un as de bastos, mientras que subía de grados con una sota. En este punto la parte anterior del cíngulo se activaba tanto más cuanto más insegura era la decisión, reflejada simultáneamente en un aumento del índice de excitación de la conductividad dérmica. En opinión de Critchley, el ensayo evidenciaba que la parte anterior del córtex cingular pone en comunicación disposiciones cognitivas con situaciones del sistema nervioso autónomo.

Los resultados de estos experimentos de Critchley permiten suponer que cumple al CCA la misión de valorar el grado de inseguridad para salir de una determinada situación. En contra de esta tesis se manifiesta Yves von Cramon, del Instituto Max Planck de Leipzig; se basa en sus propias investigaciones para lanzar la hipótesis de que la valoración de la inseguridad se procesa en la parte posterior del llamado córtex frontomedial. La cuestión sigue abierta.

ARIANE MEIENBROCK prepara la tesis doctoral en el Instituto Max Planck de investigación cerebral en Frankfurt.



# En el cerebro del criminal

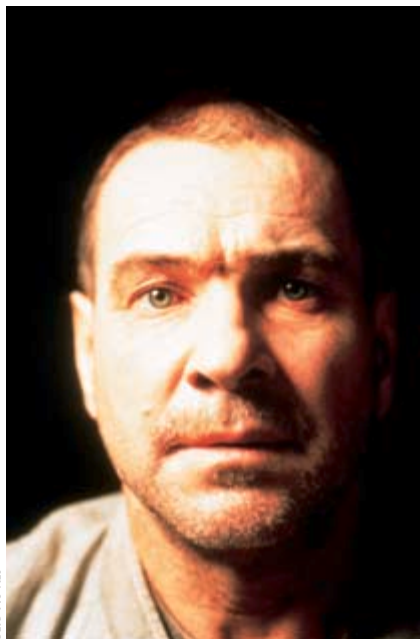
¿Puede un trastorno cerebral impulsar al asesinato?

Los neuropsicólogos debaten sobre las relaciones de la estructura cerebral y el metabolismo hormonal con la predisposición hereditaria al crimen

Hubertus Breuer

**E**s un monstruo repugnante. No se puede decir otra cosa de Cary Stayner. Este hombre penetró por la fuerza en la habitación de un hotel en el Parque Nacional de Yosemite y estranguló a dos mujeres. Violó a una tercera, la arrastró al bosque y allí la degolló. Tres meses más tarde atacó de nuevo, decapitando en esta ocasión a una científica.

Hace poco Stayner compareció ante un tribunal de San José, en el estado de California. A pesar de su indiscutible culpabilidad, los abogados solicitaron la libre absolución para su defendido alegando enajenación mental. Llamaron al estrado como testigos a neurólogos y psiquiatras. Como prueba presentaron placas a color obtenidas por tomografía por emisión de positrones (PET), procedimiento por el que se registran imágenes de la actividad cerebral. Las placas pretendían mostrar el funcionamiento anómalo del prosencéfalo de Stayner. Según el informe de la defensa, tal alteración funcional, consecuencia de lesiones anteriores, le impedía ejercer un control racional de sus actos.



DEED-MOVIES

Desde ha más de un decenio, se buscan las bases biológicas del crimen. Se han estudiado las alteraciones cerebrales, genéticas y metabólicas. De tales investigaciones se desprende un retrato inquietante de los criminales violentos en serie, pues resulta evidente que una gran parte de estos delincuentes se encuentra biológicamente predispuesta para la realización de sus delitos. La vanguardia de la neurofisiología dice adiós con ello al viejo dogma sobre el cual se basó una generación completa de programas sociales; a saber, que el criminal venía al mundo en medio de circunstancias sociales miserables, que quedaba traumatizado en su infancia y que este ambiente era el único culpable de su historial delictivo.

Semejante perspectiva de corte biologicista del criminal no constituye ningún hallazgo reciente. A comienzos del siglo XIX, Franz Gall afirmaba reconocer en las irregularidades del cráneo el instinto de reproducción, el cariño maternal o el ardor guerrero, entre otros rasgos caracteriológicos. Unas décadas más adelante, Cesare Lombroso pretendió identificar a los criminales por medio de determinados signos de la forma del cráneo; así, una mandíbula inferior prominente, grandes cuencas oculares o una frente voladiza. Bajo el régimen nacionalsocialista se pervirtió esta hipótesis explicativa hasta desembocar en una eugenesia infamante, razón por la cual quedó proscrita en el período de posguerra. Sin embargo, los resultados obtenidos por la moderna investigación cerebral han llevado a muchos expertos a vincular de nuevo peculiaridades anatómicas con la conducta criminal.

Los investigadores se fijan, sobre todo, en el prosencéfalo, un área situada direc-

tamente detrás de los ojos y que desempeña un papel central en la adquisición de aptitudes sociales y en el control de nuestras emociones y acciones. Hace unos cuantos años, Adrian Raine, de la Universidad del sur de California, estudió a un grupo de 41 asesinos encarcelados y a un grupo control formado por otros tantos ciudadanos normales. Aplicó la mencionada técnica de la PET. El experimento mostró que el prosencéfalo de los criminales inveterados dejaba pasar casi sin trabas los impulsos agresivos procedentes del sistema límbico, donde surgen nuestros sentimientos e impulsos. La conclusión que parece desprenderse de todo ello es que el comportamiento criminal puede ser causado por este trastorno funcional.

Más tarde, Raine abordó de nuevo el estudio de 21 delincuentes. Pertenecían al grupo de lo que se ha dado en llamar sociópatas, sujetos que se caracterizan por su irresponsabilidad, impulsividad y carencia de profundidad emocional, entre otros rasgos antisociales. En los Estados Unidos se ha diagnosticado esta alteración en el tres por ciento de los varones y en el uno por ciento de las mujeres; entre los internos de establecimientos penitenciarios, la proporción asciende hasta el 75 por ciento. Del análisis tomográfico se infería que el prosencéfalo de los 21 criminales sociópatas era alrededor de un once por ciento menor que el de las personas-control normales.

## El vigilante del mal

Amén de controlar las emociones, el prosencéfalo interviene en la elaboración de nuestros sentimientos morales. Este papel del córtex frontal como guardián de la moral se halla en relación con el aprendizaje del miedo al castigo, que encuentra también allí su sede. El ser humano experimenta en la infancia que el comportamiento antisocial acarrea sanciones. Cuando se va a romper de forma inminente una regla importante de conducta, el prosencéfalo intenta evitarlo mediante la inhibición del impulso de actuación. Por esta razón, puede decirse que la moral no se "sabe" tanto de forma

## 1. PERSONALIDAD ENFERMA.

Götz Georg encarna en la película "El asesino" al asesino más cruel del siglo XX, Fritz Haarman, quien según su propio testimonio dio muerte a veinticuatro personas.

abstracta cuanto se siente de forma intuitiva. Si se desactiva esta instancia controladora, el hombre no retrocede ante la agresión, la mentira o la fuerza.

En el caso de que el prosencéfalo resulte dañado durante el parto por falta de oxígeno o de que se sufra en la temprana infancia una herida en la cabeza que afecte a esta área, la conciencia no desarrollará una capacidad funcional completa. Antonio Damasio, del Hospital Clínico de Iowa, presenta un ejemplo significativo. Se trata de una paciente que tenía atemorizado a su entorno desde los tres años: robaba, se negaba a realizar los deberes escolares, pese a su manifiesta capacidad, discutía a gritos con sus compañeros y con sus propios padres y se escapaba a menudo de casa. No mostraba ningún sentimiento de culpa. Ningún castigo, ningún internado hizo entrar en razón a la adolescente. En opinión de Damasio, la razón de esa conducta debía buscarse en el accidente de tráfico que había sufrido a los quince meses, que le dañó la corteza prefrontal.

Las alteraciones cerebrales sin más no convencen ni a los jueces ni al jurado. Uno y otro quieren saber si esas características biológicas determinan o no las tendencias criminales. Un grupo dirigido por Terry Moffitt, de la Universidad de Wisconsin, acaba de publicar un estudio en el que se expone la relación entre el entorno y la predisposición hereditaria. Analizan la influencia del gen MAOA en humanos. Las investigaciones anteriores con ratones habían mostrado que los animales sin este gen se transformaban en seres muy agresivos. Para llevar a cabo su trabajo, el equipo de Moffitt examinó a un total de 442 hombres jóvenes de Nueva Zelanda. Todos habían sufrido abusos corporales y psicológicos en su niñez y mostraban una fuerte tendencia a transgredir las normas sociales.

Un sexto de la muestra poseía una variante anormal del gen MAOA. En situaciones normales, compete a este gen liberar los neurotransmisores serotonina y dopamina para su adecuado catabolismo. De acuerdo con lo observado en los experimentos sobre ratones, la forma modificada del gen MAOA sólo desempeña su tarea catabólica de forma incompleta, por cuya razón aumenta de un modo desmedido la concentración de ambas sustancias transmisoras.

Semejante acumulación en el cerebro repercute en la conducta. Del grupo considerado de 442 hombres, los que presentaban la forma alterada del gen MAOA incurrieron durante su pubertad en comportamiento rebelde casi dos veces más

## **2. LA PREGUNTA SOBRE EL PORQUE.**

Los criminales en serie no pueden controlar sus impulsos. Tras el crimen carecen de cualquier sentimiento de culpabilidad.

frecuentemente que los otros. También fueron condenados por violencia el doble de veces; en los tests sobre conducta antisocial alcanzaron puntuaciones mucho más altas. En contraposición, los hombres de la población en general portadores de dicho gen pero que no habían sufrido malos tratos no estaban ni siquiera en una mínima proporción más inclinados hacia el delito que los que no lo tenían. De donde se desprende, en expresión de Jon Beckwith, de la facultad de medicina de Harvard, “con qué peligrosas consecuencias pueden las circunstancias sociales interrelacionarse con los factores hereditarios”.

La ciencia se halla todavía muy lejos de conocer la biología de la propensión al delito. A lo largo de estos últimos años, se ha dirigido la atención a un abanico muy amplio de posibles causas: desde las genéticas hasta los maltratos infantiles continuados, pasando por lesiones cerebrales. No sólo el defecto metabólico del MAOA incrementa el riesgo de incurrir en un delito, también un nivel bajo de noradrenalina favorece la tendencia a un talante templado y flemático. Esta sustancia transmisora ayuda generalmente a decidir en las situaciones críticas entre el ataque y la huida. Si el cerebro la produce en una cantidad excesiva, se refuerza no sólo la intrepidez, sino también la querencia por las situaciones peligrosas. En todo caso, no basta, sin embargo, para convertir a nadie en un criminal. Muchos hombres irrepresibles a los que les gusta practicar deportes de riesgo, como los saltos con cuerda elástica o la escalada libre, cuentan con esta predisposición hereditaria desinhibidora.

Un indicador simple e igualmente fiable del potencial delictivo de una persona es el sexo. Los varones manifiestan una disposición para la violencia mucho mayor que las mujeres. El sexo “fuerte”, según una estadística del FBI del año 1998, mata ocho veces más, comete nueve veces más atracos a mano armada y se muestra cuatro veces más inclinado a llegar a las manos que el sexo “débil”. Todo esto hay que agradecerlo a la testosterona, que hace posible que el feto se transforme en un joven, pero que también fortalece la conducta vio-



lenta. Estudios en los que se ha administrado a los hombres altas dosis de esta hormona lo ponen de relieve. Sin embargo, el ejemplo de la testosterona ilustra al mismo tiempo la debilidad de las estadísticas que sólo manejan números referentes a la población criminal; es obvio que el ser varón no induce a ninguna carrera criminal.

### **Lo que los jueces quieren saber**

Los investigadores se guardan de afirmar que varios factores de riesgo determinen que una persona se convierta inevitablemente en un criminal. Lo que les preocupa de forma prioritaria es identificar posibles causas de las tendencias criminales. Ante los tribunales no bastan las estadísticas ni los porcentajes de frecuencia para probar la exención de responsabilidad de un acusado. Un daño cerebral debe estar en relación directa con un trastorno psíquico para ser tomado en consideración; sin esa conexión, las tomografías tienen poco peso.

La ciencia se afana también por contrarrestar las predisposiciones hereditarias criminales. En este punto ve Sharon Ishikawa, de la Universidad del sur de California, el gran reto para la joven biología criminal. Algunos proyectos de investigación se centran en averiguar si pueden abordarse precozmente los casos de niños problemáticos y la forma de ayudarlos. “Lo mismo para los internos en instituciones penitenciarias que para los jóvenes ingresados en los reformatorios, el tratamiento suele llegar demasiado tarde. Debemos ser capaces de establecer un límite temporal mientras el cerebro sea moldeable”, afirma Adrian Raine. Esto supone, en el plano de lo concreto, realizar, en los niños, tests genéticos precoces para investigar su metabolismo.

---

HUBERTUS BREUER es doctor en filosofía.

# Percepción e interacción sensorial

El ser humano descifra su genoma y conquista el universo, pero todavía no ha comprendido realmente por qué puede andar erguido. Depende de la armonía de los sentidos el que seamos capaces de controlar nuestros movimientos

Thomas Mergner  
y Georg Schweigart

**F**rankfurt, estación central. Una vez más el tren se retrasa. El InterCityExpress (ICE) sigue en la vía diez minutos después de la hora señalada para nuestra salida. De manera casi instintiva dirigimos la mirada, a través de la ventanilla del compartimento, hacia un tren que entra despacio por la vía contigua. Nos da la impresión de que somos nosotros los que nos movemos. La ilusión se desvanece en cuanto fijamos la mirada en el vestíbulo de la estación y comprobamos que, por desgracia, nuestro tren sigue inmóvil.

Las ilusiones de esa suerte tienen su origen en una propiedad de nuestro sistema perceptivo: descompone los acontecimientos del mundo exterior en aspectos parciales, que, captados en cada caso por órganos distintos de los sentidos, se procesan después por vías separadas. Por eso la vista sólo informa de cómo se mueve, respecto al ojo, el tren que entra por la vía contigua, pero no del cambio absoluto de lugar en el espacio. Si seguimos al tren con los ojos, puede que intervengan giros de cabeza y del tronco. Los registra preferentemente el sentido del

equilibrio y también el articular (artres-tésico), que registra la posición de cada uno de los miembros del cuerpo.

Para comprender qué es lo que pasa realmente en el mundo exterior, el cerebro debe ensamblar las informaciones de los diversos sistemas sensoriales y compararlas entre sí. A ese proceso los neurofisiólogos lo denominan integración multisensorial o fusión de los sentidos. Esta recurre a una serie de reglas y ardid-es muy precisos; por ejemplo, nuestro cerebro simplemente actúa como si el sentido giratorio espacial no estuviera localizado en la cabeza, sino en el tronco o incluso en los pies.

## Vivir sin sentido de la posición

De esta sensación es responsable el aparato del equilibrio o vestibular del oído interno. Registra todos los movimientos de la cabeza, a partir de los cuales el cerebro reconstruye la posición absoluta del cuerpo en el espacio: la llamada referencia espacial vestibular. Algunas personas han perdido la función del aparato del equilibrio, en la mayoría de los casos por una meningitis padecida en la infancia o por no haber recibido la oportuna terapia posterior con antibióticos. Tal pérdida, sin embargo, no comporta una

merma reseñable en la vida cotidiana de los afectados. Con todo, se hallan sujetos a ligeras ilusiones del movimiento autónomo, similares a la apuntada en el caso del tren que entraba en la estación por la vía contigua.

En la Universidad de Freiburg estudiamos a personas con disfunciones en el órgano del equilibrio mediante pruebas psicofísicas, a través de las cuales nos proponemos descubrir cómo perciben las personas los estímulos exteriores y cómo influyen éstos en su comportamiento. El principio empleado es casi siempre el mismo: se expone a los sujetos del experimento ante distintos estímulos y ellos indican qué perciben.

Comparamos, pues, la orientación de las personas sanas en el espacio con la orientación de las que carecen del sentido del equilibrio. Ambos grupos prestan particular atención, sobre todo, a su entorno inmediato visible y al suelo que pisan. Si estos puntos de referencia se mueven, los pacientes privados de la función del equilibrio sienten un movimiento propio o autónomo. En cambio, las personas sanas sufren esta ilusión sólo bajo determinadas condiciones. Por ejemplo, sólo si el tren que entra por la vía contigua lo hace muy despacio, pues



1. ¡CUIDADO CON EL PULGAR!  
Acciones tan triviales como clavar una  
punta sólo salen bien porque en ellas  
operan en conjunción varios sentidos.



el órgano vestibular reacciona ante velocidades pequeñas; en cambio, el cerebro se caracteriza por un umbral de estimulación relativamente alto para sus señales. Este umbral cuida de que nosotros no notemos nada, si el tren que se moviera realmente fuera el nuestro. Así pues, en esta situación la sola impresión visual determina la sensación. Pero en ese momento tampoco los sanos pueden establecer si son ellos mismos los que están en marcha o si es el entorno el que se mueve, y serán víctimas de las ilusiones del movimiento propio o autónomo. Ahora bien, si nos encontráramos

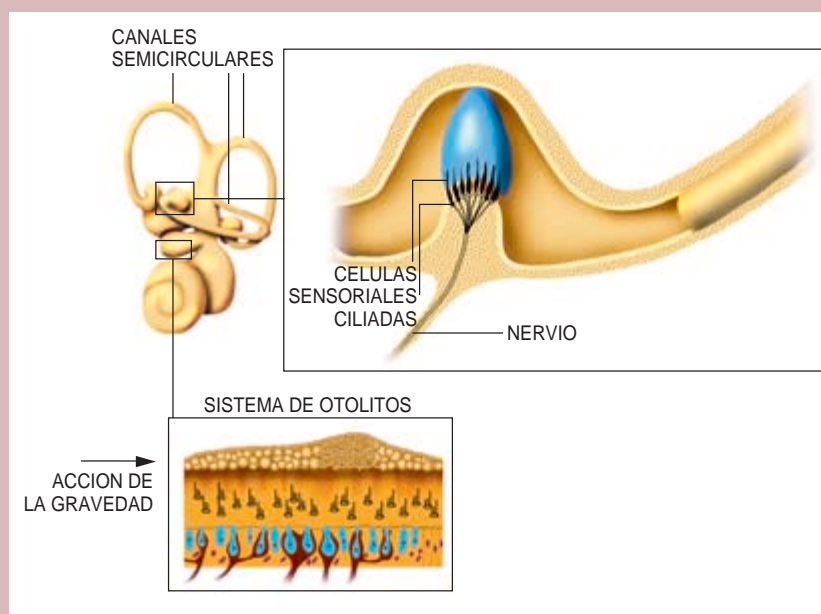
en un tren que arranca rápido, el órgano del equilibrio podría detectar el movimiento autónomo. Por eso, en el caso de velocidades más altas, resulta más fácil decidir si nos movemos nosotros o sólo el tren de al lado. En la contemplación de un tren que pasa rápido las sensaciones del ojo (movimiento autónomo) no encajan con las del órgano del equilibrio (no es un movimiento autónomo) y el cerebro revisa la situación. Pero los pacientes sin sentido del equilibrio padecen siempre la ilusión, mientras su experiencia no les haya enseñado otra cosa.

Con ayuda del órgano vestibular podemos interpretar correctamente una sensación de movimiento que procede de los sentidos de la vista, del tacto o del articular. Nos permite determinar, por ejemplo, si sólo se mueve nuestro cuerpo, el suelo bajo nuestros pies o ambos a la vez. Con este saber podemos mantener el equilibrio corporal, incluso en condiciones difíciles. Las reacciones desencadenadas por el órgano del equilibrio nos guardan de caer al suelo cuando andamos sobre un suelo inestable o estamos de pie en un terreno móvil, como en el tranvía. Pero

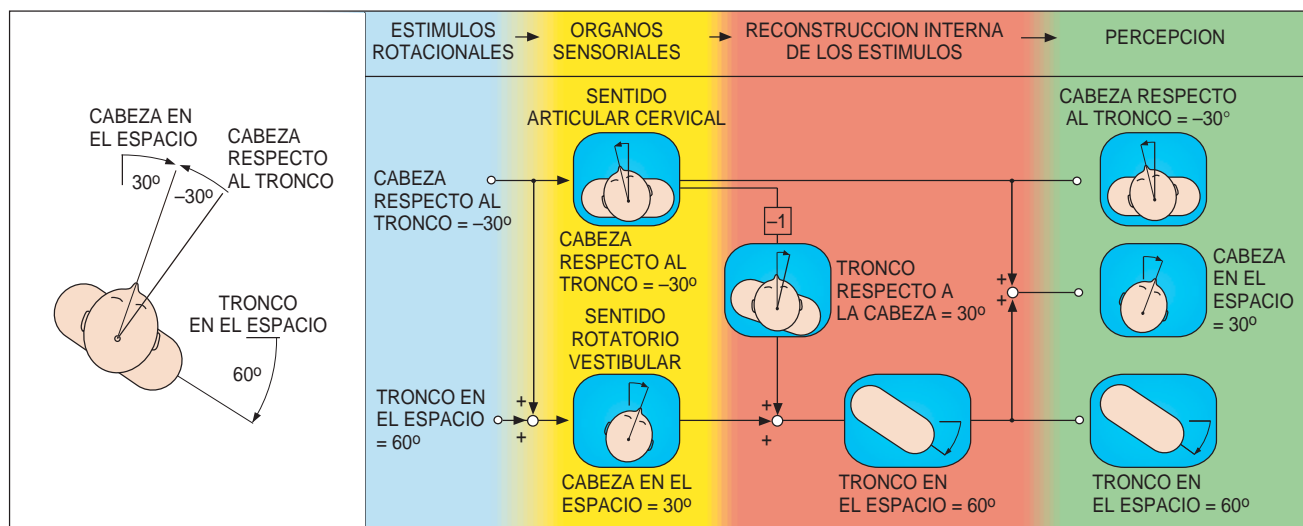
## El indicador de velocidad del oído interno

Junto con el órgano de la audición, el sentido del equilibrio o vestibular configura el oído interno. Se ubica en una cavidad bien protegida dentro de la apófisis petrosa del temporal, el hueso más duro del cráneo. Mientras el órgano auditivo recibe ondas sonoras, el órgano del equilibrio mide las aceleraciones de la cabeza. Envía constantemente informaciones al cerebro, sin que nosotros seamos conscientes, en general, de las peculiaridades de tales informaciones. Sólo en casos excepcionales estamos atentos a sus señales, por ejemplo, cuando se producen falsas informaciones en casos de vértigos rotatorios o nos exponemos a estímulos fuertes en el escafoides.

El órgano del equilibrio se compone de dos partes. Una aloja, con el llamado sistema de otolitos, el sentido de la gravedad. Con su ayuda podemos indicar, incluso bajo el agua y con los ojos cerrados, qué está arriba y qué abajo. El sistema recoge las aceleraciones que se desarrollan en línea recta. La segunda parte consta de tres conductos semicirculares, perpendiculares entre sí y llenos de líquido. Miden las aceleraciones de giro en el espacio tridimensional, es decir, las rotaciones de la cabeza. Si varía la velocidad de la cabeza en una de las tres dimensiones espaciales, se mueve, a causa de la inercia y en relación con un grupo de cilios sensoriales, el líquido del correspondiente canal. Estos cilios se arquean y disparan las correspondientes células nerviosas; en el cerebro se enciende la alarma "movimiento". Los investigadores descubrieron la función del órgano del equilibrio, cuando destruyeron esta estructura en ranas: los anfibios comenzaron a dar vueltas. Al poco, se conoció una conexión nerviosa de este órgano, a través del tronco encefálico, con los músculos ópticos; así pudieron explicarse algunos movimientos involuntarios de los ojos (el llamado reflejo vestibulo-ocular). En casos de movimientos rápidos de la cabeza, este órgano estabiliza la dirección de los ojos con un giro contrario; de ese modo mejora la agudeza visual durante el movimiento.



Hasta ahora la investigación del sentido del equilibrio se ha concentrado preferentemente en este mecanismo de estabilización de la visión y su descripción cibernética; con buenos resultados, pues los modelos computacionales pueden reproducir con gran precisión dicha función. Por el contrario, se conoce muy poco de la relevancia de los movimientos compensatorios del cuerpo, desencadenados por el órgano vestibular, para mantener el equilibrio. Por lo general se los considera reflejos pasajeros en el período que sigue al nacimiento. Después caen bajo el control de los centros cerebrales superiores. Pueden aparecer sólo en casos de reacciones de emergencia, por ejemplo, en las caídas. La regulación del equilibrio se efectúa luego con ayuda del órgano vestibular en interacción con otras informaciones. También hasta hace poco se desconocía la función del órgano del equilibrio para la percepción de movimientos. En los trastornos circulatorios se la consideraba un vértigo giratorio, con los síntomas concomitantes (caídas, temor a desaparecer, náuseas y vómitos).



THOMAS BRAUN

a los privados del sentido del equilibrio les resulta difícil.

Las reacciones vestibulares cumplen la misión de estabilizar el centro de gravedad del cuerpo, es decir, el tronco. Ahora bien, puesto que el órgano del equilibrio se halla en la cabeza, sólo puede determinar la posición de la cabeza en el espacio y no la situación del resto del cuerpo. Si regulara directamente el equilibrio del cuerpo, cada movimiento de la cabeza podría desencadenar inoportunas correcciones del equilibrio, lo que provocaría nuestra inestabilidad. De ahí que el cerebro deba encontrar dónde se halla el tronco en el espacio. Ante esa situación, Erich von Holst y Horst Mittelstaedt sospecharon, hace unos cincuenta años, que las informaciones vestibulares se transmitían de la cabeza al tronco. Pero es ahora cuando hemos podido probar experimentalmente estos pasos del procesamiento en el cerebro.

En nuestro ensayo, colocamos a los sujetos sobre una plataforma giratoria especial, que permitía girar el tronco en relación con los pies y la cabeza respecto del tronco. Instalados en la más absoluta oscuridad, los voluntarios debían indicar, sirviéndose de una palanca, cómo sentían que se movía en el espacio cada parte del cuerpo respecto de la otra. Los individuos privados del sentido del equilibrio pueden determinar, en este aparato experimental y gracias al sentido articular, sólo los giros de la cabeza y del tronco en relación con su superficie de apoyo. Los sanos indican, además, en qué medida la cabeza, el tronco y el suelo giran en el espacio.

¿Cómo logran este “juego malabar”? Para contestar a la pregunta, de la cadena de miembros entre la cabeza y el pie elegimos como ejemplo la conexión de

**2. ATENIENDOSE Estrictamente al PLAN.** Se puede explicar en un diagrama cómo se fusionan el sentido de giro vestibular y el de la articulación cervical. A los giros a la izquierda les anteponemos un signo menos (—).

cabeza y tronco. Dispusimos nuestra plataforma giratoria de suerte tal, que el tronco y la cabeza del sujeto giraran juntos sesenta grados hacia la derecha en el espacio y, además, la cabeza girara a su vez, en relación con el tronco, treinta grados a la izquierda. Siempre en una oscuridad total. Para comprender mejor los acontecimientos, los reproducimos esquemáticamente en un modelo cibernético. Convinimos en considerar negativos (—) los giros a la izquierda y positivos, los giros a la derecha. Siguiendo nuestra convención, este experimento dio como resultado un giro de la cabeza en el espacio de treinta grados a la derecha o, según nuestra convención, más treinta grados.

### ¿Está el órgano del equilibrio en el vientre?

Este es el valor que calcula el órgano del equilibrio en la cabeza. Si dependiera sólo de él, los sujetos deberían experimentar, pues, una sensación de un giro de treinta grados a la derecha. Sin embargo, indican sesenta grados; es decir, el giro del tronco en el espacio. Al parecer, utilizan, por referencia espacial, el tronco y no la cabeza. Actúan, pues, como si el órgano del equilibrio estuviera localizado en el tronco.

Para lograrlo, la percepción se vale de un artificio matemático. El sentido articular cervical constata un giro de la cabeza con respecto al tronco de menos treinta grados. Ahora bien, si cambia la dirección de apreciación de la cabeza con respecto al tronco, se modifica también la dirección del giro y, con ello, el signo: de una señal de la cabeza respecto

al tronco de menos treinta grados se pasa a un giro del tronco respecto de la cabeza de más treinta grados. Para cerrar la cadena tronco-cabeza-espacio, se agregan los más treinta grados del cambio de la cabeza en el espacio (calculados por el órgano del equilibrio). El resultado es una señal para el tronco en el espacio de sesenta grados. Y así surge una nueva referencia espacial: el tronco.

Esto aclara, asimismo, la observación siguiente, a primera vista contradictoria: si se gira sólo la cabeza y el tronco resta fijo, la señal vestibular no aprecia en ningún caso directamente la sensación de la cabeza en el espacio, como intuitivamente sería de esperar. Esto mismo se pone de manifiesto en la notable diferencia entre las informaciones aferentes al cerebro (los estímulos sensoriales) y las señales eferentes (la reacción). Algunos biocibernéticos lo designan como las propiedades de transferencia de este proceso. Las propiedades de transferencia miden la precisión con que se mantienen las informaciones en el proceso de elaboración.

Sorprendentemente, estas propiedades, en el caso de un simple giro de la cabeza, dan un resultado mucho mejor que el que cabe esperar del sentido del equilibrio, pues éste no sólo tiene un umbral de estimulación alto, sino que, además, opera con imprecisión. Limitación que se debe a la singular forma de funcionar de este sentido: ha de transformar las informaciones de velocidad en aceleración, en las que sufre la precisión del procesamiento. Al parecer, el cerebro, en lugar de calcular esta infor-



mación, evalúa mediante un rodeo la posición de la cabeza: a partir de las señales internas para el tronco en relación con el espacio y para la cabeza respecto del tronco. Esta última información la suministra exclusivamente el sentido articular, que determina aquí también la sensación, puesto que la señal para el tronco en relación con el espacio es nula en la medida en que el tronco no se mueve. Gracias a ese ardid, aprovecha las propiedades de transferencia

del sentido articular mucho mejor que las del sentido del equilibrio. La referencia espacial vestibular del órgano del equilibrio se transmite de la cabeza no sólo al tronco, sino también de aquélla a los otros segmentos del cuerpo hacia abajo hasta el suelo sobre el que nos apoyamos. A este respecto se toman en consideración, con ayuda del sentido articular, los ángulos entre los segmentos de las extremidades. Los matemáticos llaman a esa traslación de información una

transformación de coordenadas; una cadena de pasos individuales de transformación hace descender la información de la señal del equilibrio desde la cabeza del sujeto de experimentación hasta el suelo. Pero, al final, todos los pasos parciales se remiten al sentido del equilibrio, único capaz de fijar el movimiento absoluto en el espacio.

En cambio, para una segunda cadena de transformaciones de coordenadas no se requiere la percepción de la posición.

## Sobre la pista de la fusión sensorial

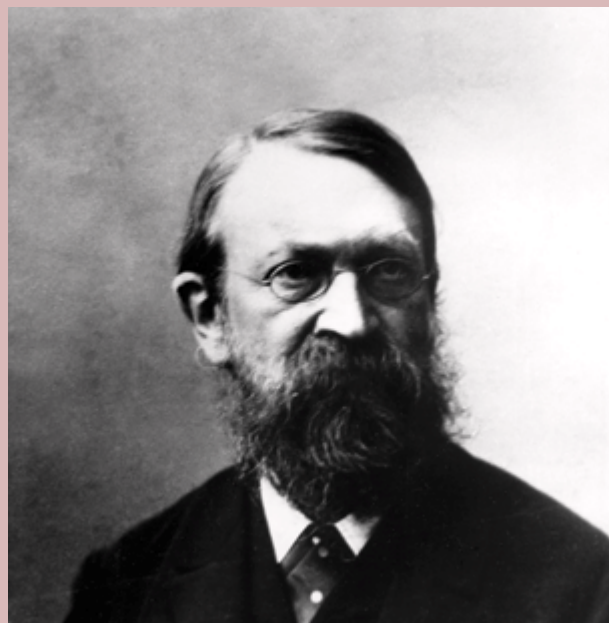
¿Cómo puede deducir un extraño las reglas por las que se rige la fusión de las impresiones sensoriales en el cerebro? Para medir directamente el flujo de información entre dos neuronas o entre grupos de ellas, los investigadores analizan los impulsos eléctricos que se intercambian. Para ello penetran en el cerebro con microelectrodos finos, aciculares. Este método, que en los humanos sólo puede emplearse en el marco de determinadas operaciones cerebrales, ayuda a comprender qué tipo de informaciones transmiten los órganos de los sentidos a las primeras secciones de distribución del cerebro. Con todo, está todavía por aclarar qué sucede en las complejas redes neuronales subsiguientes y cuál es el "lenguaje" que emplean en esas comunicaciones las células nerviosas.

Por consiguiente, sólo cabe un acceso indirecto, a través del enfoque sistemático-analítico de la biocibernética u otros. Aquél se propone describir los mecanismos biológicos por medio de técnicas de regulación en forma de circuitos. No se interesa, pues, por los procesos en el cerebro; los trata como una "caja negra". Los cibernéticos sólo investigan cómo reacciona un sujeto ante cierto estímulo, por ejemplo, con un determinado giro corporal para mantener o restablecer una orientación en el espacio.

Por tanto, sólo se toman en cuenta las diferencias entre las señales aferentes al cerebro y las eferentes, es decir, sus propiedades de transferencia. Repitiendo estas pruebas de estímulo-reacción, podemos medir la precisión con que opera el sistema "cerebro". Se identifican, además, las reglas por las que procesa los estímulos aferentes al modificar el estímulo-prueba y los sentidos implicados, verbigracia, abriendo o cerrando los ojos.

Esta manera de proceder funciona en principio también en la orientación espacial multisensorial. Pero, a causa de los complicados circuitos neuronales, no siempre se pueden inferir unívocamente de la conducta las reglas que emplea el cerebro. Para ello se requiere tener más experiencia sobre el camino interno de elaboración de las señales y sobre cada uno de los "pasos de cálculo".

Una vez más acude en nuestro auxilio la psicofísica. Con su ayuda, los investigadores comprenden los pasos intermedios del camino que se recorre desde el estímulo hasta el comportamiento, preguntando a los participantes en las pruebas por sus sensaciones. Con todo, no es fácil medir las impresiones sensoriales; sólo se logra, si los sujetos han aprendido antes a prestar una atención precisa a determinadas sensaciones. Con participantes no adiestrados las investigaciones psicofísicas resultan infructuosas.



Ernst Mach

Un destacado psicofísico fue el austriaco Ernst Mach (1838-1916), quien estudió el papel del órgano del equilibrio en la percepción del movimiento. Mach construyó una plataforma giratoria y observó que la sensación de giro era proporcional a la velocidad de giro y no a la aceleración de giro, aunque esta última desplaza el líquido en los canales semicirculares.

Desde un punto de vista matemático, el paso de una velocidad a una aceleración es una integral. Pero esta integración no es precisa; muestra un "agujero", pues la intensidad de la señal disminuye simplemente porque el tiempo pasa. Las fibras nerviosas competentes codifican con precisión aproximada la velocidad de giro sólo en estímulos de rotación de alta frecuencia (por encima de 0,1 hertz), pero no en las frecuencias bajas. Los técnicos de regulación hablan en estos casos de un filtro de paso alto, que sólo permite que fluyan inalteradas las señales de alta frecuencia, mientras que las de frecuencia más baja se tornan más débiles o se retrasan, y, por tanto, las propiedades de transferencia del sentido del equilibrio no son especialmente buenas.

ULLSTEIN/RED

En ella se determina el movimiento del propio cuerpo en relación con el suelo. Aquí sólo interviene el sentido articular. Puesto que lo habitual es que el suelo esté inmóvil, basta esta segunda cadena para percibir, en la vida cotidiana, los movimientos del propio cuerpo. Por eso la mayoría de los individuos carentes de sentido del equilibrio se desenvuelven con soltura. Sólo sobre una plataforma móvil (pensemos en el autobús) añade el cerebro, además, la señal protectora del órgano vestibular. Nuestro órgano del pensamiento agrupa entonces el sentido articular y el del equilibrio y reproduce internamente el movimiento del suelo. Sirve de hilo conductor de las necesarias reacciones compensatorias para no caerse.

A través de distintas informaciones sensoriales se origina, pues, en el cerebro una representación interna del estímulo exterior; representación que dicta después la respuesta motora. Lo mismo vale para otros estímulos del entorno, como la gravedad terrestre o los golpes contra el cuerpo, que influyen en que nos mantengamos erguidos. Al elaborar la representación interna de los estímulos, el cerebro recurre a lo aprendido y a otros sentidos para optimizar la imagen formada, por ejemplo, mirando a su alrededor.

El sentido de la vista resulta decisivo para el control del cuerpo. Así se desprende de otras pruebas realizadas sobre nuestra plataforma giratoria (en este caso, a plena luz). Los sujetos del experimento sanos percibían bastante mejor los movimientos de su propio cuerpo, con los ojos abiertos y un entorno visual constante, que con una visión restringida. Al cerebro no le sale de balde esta competencia; bajo determinadas circunstancias, pueden originarse ilusiones del movimiento propio, tales como las del tren que entra por la vía contigua. Cines especializados, entornos de realidades virtuales y simuladores de coches explotan de manera explícita esta posibilidad: ofrecen ilusiones motrices que hacen más convincentes los mundos ficticios.

El sentido del equilibrio se fusiona con el sentido de la vista. En principio, de forma análoga a lo que acontece con el sentido articular. Por medio de las transformaciones de coordenadas, comparamos la sensación espacial creada por el órgano vestibular con el entorno visto y, de ese modo, averiguamos si éste se mueve. Si no ocurre así, reemplazamos la imagen espacial vestibular por las inmediaciones visuales, ya que nosotros podemos reaccionar con más precisión a informaciones ópticas que a las señales del sentido del equilibrio. Pero si

**3. EN EL TIOVIVO.** Con esta plataforma rotatoria se puede girar el tronco respecto de los pies y la cabeza en relación con el tronco. Los sujetos del experimento han de indicar, a oscuras, cómo se mueven absoluta y relativamente cada una de las partes del cuerpo.

parece que el entorno se mueve, el cerebro aprovecha la imagen espacial vestibular; aunque más imprecisa, ésta elude las ilusiones. Con otras palabras, ambos sistemas de referencia se funden o no en razón de cuál de ellos promete la mayor ganancia de información.

Las especiales condiciones de los laboratorios nos permiten estudiar el mecanismo de fusión entre dos sentidos. Con todo, en la vida cotidiana suele ser frecuente que se deban compaginar muchos más canales de información. Por ejemplo, estamos contemplando un halcón que evoluciona en círculos en un cielo despejado. Intuitivamente afirmaríamos que percibimos sus movimientos con los ojos. Pero nuestro sistema visual sólo reporta dónde se reproduce el pájaro en la retina. De manera inconsciente, sin embargo, lo seguimos ininterrumpidamente con los ojos y con la cabeza e incluso quizá con todo el cuerpo para que su imagen persista en el centro de la retina, donde la visión es más nítida. Mas la sensación de cuán veloz es el vuelo del halcón han de suministrarla otros sentidos. Los sentidos de la vista, del equilibrio y articular ofrecen, conjuntamente, una imagen interna del cuerpo y del suelo en el espacio. Sobre esta base, el cerebro tiene en cuenta, luego, cómo giran las piernas, el tronco, la cabeza y los ojos al seguir al pájaro con la vista (otra cadena de transformación de coordenadas que asciende de los pies a la retina). Por otra parte, no somos conscientes de la complejidad de este proceso. Con todo, sospechamos, a veces, sus límites. Por ejemplo, si queremos calcular con relativa exactitud la velocidad del vuelo del ave, buscamos automáticamente un punto de referencia visual, un campanario, y observamos cómo va cambiando la distancia del halcón a esa referencia.

Bajo estas conexiones sensoriales subyace un principio fundamental: cada miembro constituye con su articulación un sistema propio de referencia para el miembro siguiente. Se transmite así, de forma automática, el movimiento de un segmento a todos los que se hallan por encima. Esta cualidad nos facilita tam-

GEORG SCHWEIGART



bién integrar, en el aparato multisensorial de control, coches y máquinas.

En última instancia, resulta irrelevante si hay una plataforma giratoria adicional bajo los pies o si nuestra mano se alarga con otro segmento en forma de herramienta. Se conserva el principio de conexión; la cadena de transformaciones sensoriales sólo se alarga o se ramifica. Así pues, en la próxima ocasión en que nos pongamos al volante del coche o clavemos una punta, habrá que fiarse de estas competencias, resultantes de la fusión sensorial. Sin esta capacidad del cerebro acabaríamos pronto en la fosa o con el pulgar destrozado.

THOMAS MERGNER es catedrático de neurología clínica y experimental en la Universidad de Freiburg. GEORG SCHWEIGART, doctor en biología, investiga en el departamento de neurología y neurofisiología de dicho centro superior.

#### Bibliografía complementaria

MIT DEN OHREN SEHEN UND DEN BEINEN HÖREN. DIE SPEKTAKULÄREN SINNE DER TIERE. D. Varju. C. H. Beck; Munich, 1998.

FUNDAMENTALS OF THE THEORY OF MOVEMENT PERCEPTION. E. Mach. Kluwer / Plenum; Nueva York, 2001. (reimpresión)

# ¿Qué es pensar?

Cuanto más se profundiza en los secretos de la conciencia tanto más se tambalea nuestra autognosis. ¿Cómo sabemos de verdad que pensamos nuestros propios pensamientos y no tal vez los pensamientos de otros?

Kai Vogele y Albert Newen

¿Podemos poner en duda honradamente que todos nuestros pensamientos nos pertenecen? Aunque pueda parecer sorprendente, la respuesta es sí. Es verdad que, en general, estoy seguro de que soy yo quien percibe, piensa, siente y actúa. Pero eso no significa que sea necesariamente así. Mientras una persona sana tendrá por propios sus pen-

samientos e intenciones, esta sensación puede desaparecer en un esquizofrénico, quien considera extraños sus propios pensamientos y los interpreta como “voces” de fuera.

Debe, pues, reputarse un logro mental singular concienciarse de que los pensamientos, sentimientos e incluso acciones son de uno. Sólo ese acto posibilita la “conciencia de uno mismo”. Parece que ésta permea instintivamente, como vivencia, todos los procesos mentales

conscientes. Por ello mismo, se considera a la esquizofrenia una enfermedad de la conciencia del yo. No obstante, también entre los sanos se dan excepciones a la regla; así, en los sueños, la hipnosis o la meditación.

Muchos investigadores sospechan que nuestra autoconciencia está íntimamente ligada a otra capacidad que es fundamental para la interacción social: no sólo podemos conocer nuestras sensaciones, sentimientos u opiniones, sino

## Construcción de sí mismo

¿Cómo abordar empíricamente la autoconciencia humana?

En un primer paso, conviene descomponer el fenómeno en funciones parciales que puedan someterse a investigación científica. Para detectarlas se han de desarrollar, en un segundo paso, unos procedimientos de prueba apropiados. La autoconstrucción, o autoconstructo, designa la suma de todas las funciones parciales investigables. Nos ceñiremos a tres de ellas:

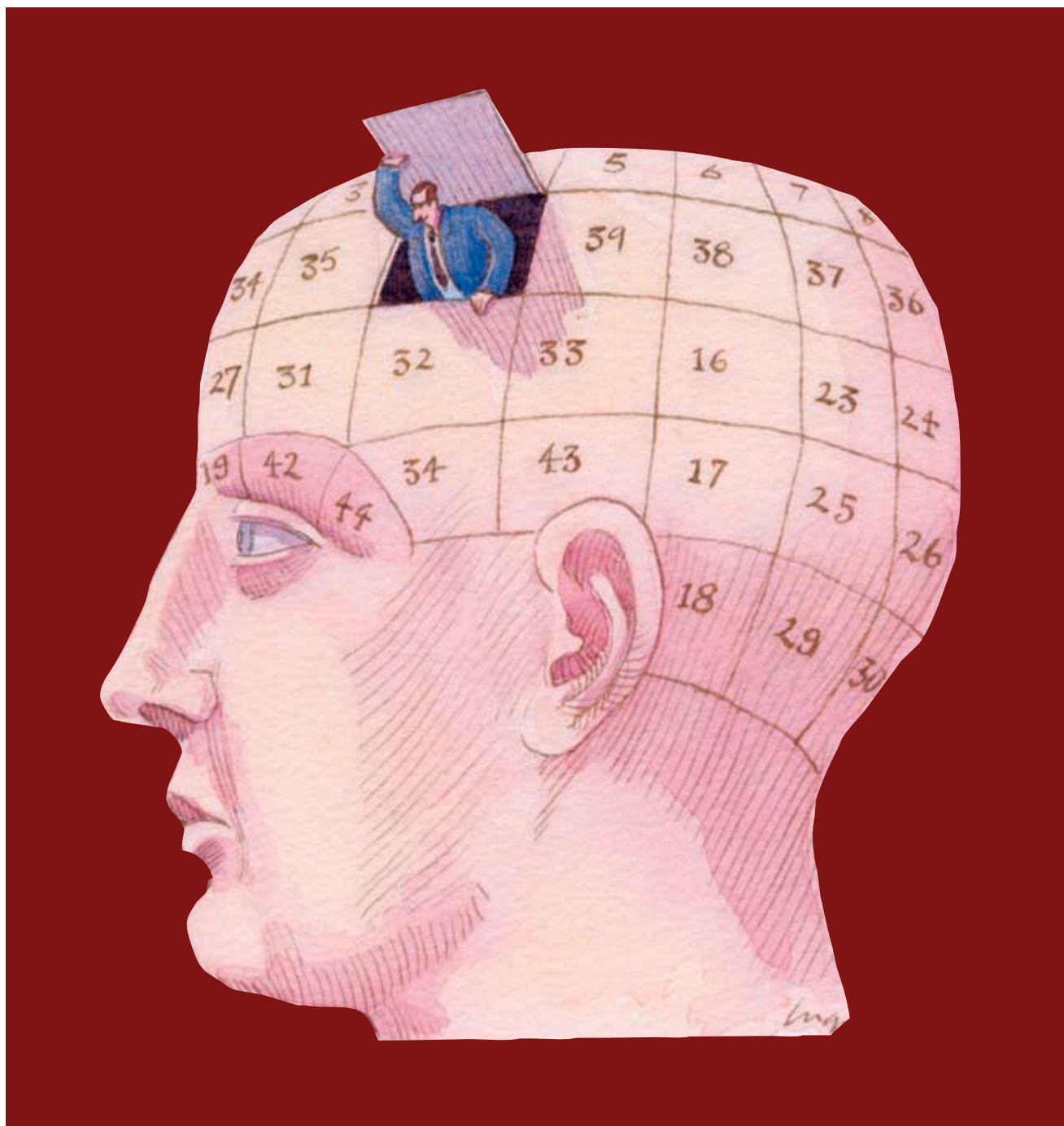
- La **autoría** o la vivencia de la “yoidad” se manifiesta en los pronombres posesivos y en la construcción de las frases que utilizamos para hablar de las experiencias subjetivas: yo

actúo y planifico a partir de mis propias sensaciones, recuerdos y pensamientos.

- La **unidad transtemporal** puede ser interpretada como una propiedad del yo. Con ello se da a entender la “formación” de un “yo” que sigue existiendo consistentemente durante un tiempo algo más largo. Persisten opiniones y escalas de valores; se originan de contenidos autobiográficos pasados o se adecuan a ellos.

- La **perspectividad**, por el contrario, expresa que nosotros asociamos todas las informaciones del campo de la experiencia y de la acción en torno al propio eje corporal; en otras palabras, experimentamos el mundo exterior que nos rodea centrado en nosotros.





también las de otra persona. Si quien está junto a mí llora, comparto su triste estado de ánimo. Hasta los pequeños captan la intención de la madre que extiende la mano para alcanzar la caja de galletas; algunos primates (los macacos, al menos) parece que poseen capacidades similares de “leer el pensamiento”.

### Saber o simular

En el debate sobre teoría de la mente, la manera en que podemos ponernos en la situación de otros, se enfrentan dos pos-

turas definidas. En un flanco, la “teoría de la simulación” y, en el otro, la así llamada “teoría de la teoría”. Afirmar la primera que la capacidad de ponerse en el lugar del otro consiste, fundamentalmente, en una simulación de los estados mentales propios, que después se proyectan en el prójimo. La “teoría de la teoría”, por el contrario, sostiene que el ser humano desarrolla, en el curso de su vida, un saber independiente que le pone en situación de valorar, al margen de su propia perspectiva, los pensamientos y sentimientos de los otros.

### UN HOMBRECILLO EN LA CABEZA.

Los filósofos no han dejado de debatir sobre la naturaleza del “yo” a lo largo de los siglos. ¿Se trata de una substancia espiritual, una función del cerebro o una mera ilusión?

¿En qué medida puede contribuir la investigación del cerebro al esclarecimiento de tales cuestiones? Si nos atenemos a la concepción dualista de la tradición filosófica, diríase que poco. A tenor de la misma, el “yo” difiere, en su esen-

cia, de toda substancia material. Para René Descartes, nuestro yo es una substancia espiritual cuya naturaleza difiere de lo corpóreo. Pero otros filósofos han negado de plano la existencia de un “yo”. Desde una perspectiva dualista, ni la autoconciencia ni, en general, ningún fenómeno mental forman parte del mundo abordable y descriptible en términos físicos.

Con todo, esta tesis se halla en contradicción lógica con otras dos posturas bien arraigadas. Desde un punto de vista físico, la causa de un fenómeno físico es siempre otro fenómeno físico (la bola del billar se mueve porque ha sido golpeada por otra bola). Pero, por otra parte, ciertos estados mentales producen, sin ningún género de dudas, fenómenos físicos (nos avergonzamos y por esos nos sonrojamos). Ahora bien, las dos afirmaciones son incompatibles con la exigencia

de que los fenómenos mentales no son fenómenos físicos.

La ciencia del conocimiento moderna rechaza el dualismo, cuando propone que los fenómenos mentales son, en último término, meros fenómenos físicos y renuncia al concepto de un yo no-físico. Asocia la autoconciencia a una forma especialmente compleja de conciencia que se ha desarrollado en un período reciente de la evolución. Sin embargo, puesto que el fenómeno de la conciencia en sí es muy difícil de describir, sigue habiendo en la filosofía moderna una plétora de corrientes distintas en torno a su naturaleza. En el campo de la investigación del cerebro resulta particularmente fructífera la teoría de la identidad, según la cual los procesos mentales son, en principio, idénticos a procesos neuronales.

¿Por dónde habrían de buscar los científicos el esclarecimiento de la autoconciencia? Algunos filósofos contemporáneos postulan que se da una compleja red neuronal que está activa siempre que alguien vive conscientemente fenómenos espirituales que aparecen como subjetivos. La actividad de esta red no se hallaría exclusivamente ligada a contenidos particulares de la conciencia. Más bien, estaría activa lo mismo al tomar conciencia de que “estoy hambriento” que al sentir que “tengo dolores”. Puesto que la actividad cerebral precedería a la reflexión sobre un contenido real de conciencia, no se la podría eliminar a placer.

Thomas Metzinger, filósofo de la Universidad de Mainz, llama a este correlato de la autoconciencia el “modelo del yo”. Con él se puede comprender, al me-

## ¿Hay un yo?

René Descartes, filósofo, matemático, físico y fisiólogo (1596-1650) trató de mostrar con su “cogito” que existe un yo. Hace estas reflexiones (algo simplificadas):

1. Yo pienso.
2. Si pienso, existe el soporte que sustenta este pensamiento.
3. Yo soy idéntico al soporte de este pensamiento.
4. Yo existo.

En el paso siguiente Descartes (*abajo a la izquierda*) trató de mostrar que el yo (el portador del pensamiento) es una substancia espiritual, esencialmente distinta de la substancia corpórea. David Hume (1711-1776; *abajo centro*) rechazó la segunda reflexión. Su afirmación fundamental es que los actos de percepción no necesitan ningún soporte o portador; existen en sí mismos e independientes. Así se entiende

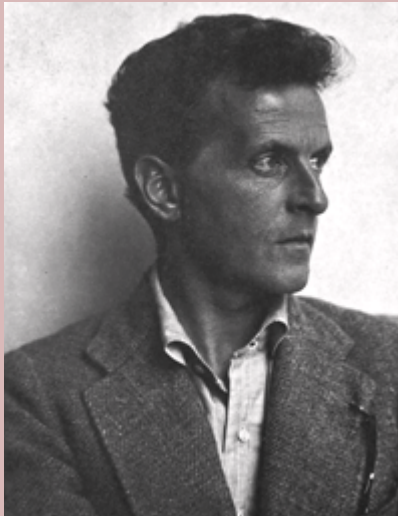
la teoría asociativa del yo de Hume, según la cual no existe ningún yo en sentido estricto. Bien es verdad que utilizamos la palabra “yo”, pero con ella no designamos ningún objeto estable, sino sólo una gavilla de actos de percepción desligados entre sí que, como resultado de una convención, se pueden atribuir a un mismo soporte. Ludwig Wittgenstein (1889-1951; *abajo derecha*) sostuvo en sus últimos escritos la posición de que no existe un yo, porque en frases como “yo tengo dolores” el “yo” no designa nada, sino que expresa tan sólo un sentimiento semejante al que expresa “¡Aja!”. Descartes no ofreció ninguna prueba de que el yo, como portador de los fenómenos mentales, ha de ser distinto del cuerpo humano. Se consideran insuficientes los argumentos de Wittgenstein, que deberían mostrar que la expresión “yo” no designa nada. Una alternativa moderna consiste en equiparar el yo como soporte de Descartes con el cuerpo humano.



René Descartes



David Hume



Ludwig Wittgenstein

FOTOS: LUSTENHILD

## El problema cuerpo-alma

A primera vista parecen plausibles las tres hipótesis siguientes, que recogen las tesis tradicionales sobre la cuestión:

1. Los fenómenos mentales no son fenómenos físicos.
2. Los fenómenos mentales operan causalmente en el ámbito de los fenómenos físicos.
3. El ámbito de los fenómenos físicos es un campo causalmente cerrado: si un fenómeno físico tiene una causa, ésta es un fenómeno físico.

La primera es la tesis del dualismo, según la cual los fenómenos espirituales son radicalmente distintos de los físicos. Dicha tesis se apoya en esta intuición dualista: los fenómenos mentales poseen características propias, como vivencias (cuando sentimos dolores) o contenidos (deseos o convicciones), de las que carecen los fenómenos físicos puros (rocas o ríos).

La segunda expone la tesis de la causalidad mental. Se apoya en el principio básico de la psicología cotidiana de las acciones humanas: muchas acciones tienen su causa en nuestros deseos y convicciones. Entro en la cafetería porque tengo sed y sé que allí puedo pedir una bebida.

Por último, la tercera es la tesis del fisicalismo metodológico. Un fenómeno físico sólo puede ser causado por un fenómeno físico. Es el marco en que opera la investigación científica.

El dilema reside en que, si dos de estos enunciados son verdaderos, entonces el tercero es falso. Pues, si los fenómenos mentales no son físicos (enunciado 1) no pueden causar ninguna conducta (enunciado 2) sin violar la cláusula de exclusividad o cierre (enunciado 3). Si los fenómenos mentales no son fenómenos físicos (enunciado 1) y mante-



DPA

nemos la causalidad clausa (enunciado 3), entonces no puede darse una causalidad mental (contra el enunciado 2). Ahora bien, si los fenómenos mentales pueden causar conductas (enunciado 2) dentro de una causalidad cerrada de los fenómenos físicos (enunciado 3), entonces los fenómenos mentales han de ser, en última instancia, fenómenos físicos (contra el enunciado 1). Esta es la tesis reduccionista que los autores defienden. Se basa en el rechazo del dualismo (enunciado 1). Para nosotros, los fenómenos mentales pueden considerarse procesos cerebrales; bajo determinadas condiciones, podrán estudiarse con métodos físicos. Diversas teorías naturalistas son filosóficamente compatibles con estas condiciones marginales.

nos en teoría, la autoconciencia como un todo. Basándonos en el modelo del yo, elaboramos una especie de catálogo básico de capacidades parciales investigables y de sus características, el “auto-construido”.

### ¿Por qué actúa así el ladrón?

Nos concentramos en hacer accesible experimentalmente una de las capacidades parciales aludidas, la experiencia de la perspectiva, y diseñamos dos pruebas. Esta capacidad parcial de la autoconciencia halla su expresión en la observación siguiente: referimos todas las informaciones recibidas del entorno hacia nosotros mismos. Vemos, oímos, sentimos y actuamos desde la perspectiva del yo y nos experimentamos como centro del mundo.

En nuestro ensayo nos servimos de la tomografía de resonancia magnética funcional. Con ella se puede seguir con precisión espacial milimétrica la actividad cerebral de los sujetos sometidos a prueba. Deben éstos yacer tranquilos en

el tomógrafo de espín nuclear. Allí instalados, les proyectábamos en una pantalla breves relatos. Disponían de 25 segundos para leerlos. Después, debían contestar para sus adentros y en silencio a una pregunta. Entre los textos ofrecidos, se contaba éste:

*Un ladrón, que acaba de robar en una tienda, sale huyendo. Mientras corre hacia su casa, un policía ve cómo se le cae un guante. Ignora que el hombre es un ladrón y sólo quiere decirle que ha perdido un guante. Pero cuando el policía le grita “¡deténgase! ¡espere!”, el ladrón se da la vuelta y se entrega. Levanta los brazos y admite que ha robado la tienda. Pregunta: ¿Por qué actúa así el ladrón?*

### Teoría de la lectura del pensamiento

El sujeto del experimento sólo puede dar sentido al comportamiento del ladrón si comprende lo que pasa por la mente de éste. “El ladrón actúa de ese

modo, porque se cree atrapado por el policía.” Esta historia requiere del sujeto la capacidad de ponerse en el lugar del ladrón. A ese enfoque se le denomina “teoría de la capacidad de la mente” (T). Por el contrario, la perspectiva del yo (I) no se ve interpelada ni por el texto, ni por la pregunta; se trata de una condición (T+I-).

A otros probandos les presentamos relatos en los que también aparecen los sujetos que participan en el experimento.

*Un ladrón que acaba de robar en una tienda, se da a la fuga. Ha robado su comercio, pero usted no lo puede detener. Sale corriendo. Un policía, que observa al ladrón, piensa que corre para alcanzar el autobús que está a punto de llegar a la parada. No sabe que es un ladrón que acaba de robar su tienda. Usted aún tiene la oportunidad de hablar con el policía antes de que el ladrón pueda subir al autobús. Pregunta: ¿qué le cuenta usted al policía?*



## Teorías filosóficas modernas: zombis y gusanos pusilánimes

Entre las exposiciones fundamentales de la filosofía moderna de la conciencia se encuentran las teorías de la identidad, el funcionalismo y las teorías de la superveniencia. Las teorías de la identidad comparten la idea básica de que los procesos mentales se identifican, en principio, con los procesos neuronales. Algunos teóricos de esta doctrina sostienen la tesis según la cual los tipos de estados mentales se identifican siempre con tipos perfectamente definidos de estados cerebrales (teoría de la identidad, en inglés *Type Identity*). Simplificando: no hay ninguna diferencia entre “miedo” y “estado cerebral del tipo 221”. Para sentir miedo, todo viviente debe, pues, estar en el estado cerebral del tipo 221. Pero otros teóricos de esta corriente sostienen la tesis de que cada suceso de un estado mental se identifica con un único suceso de un estado físico (teoría de la identidad de sucesos, en inglés *Token Theory*). Según esto, distintos estados de miedo se podrían basar en estados físicos muy diversos. De la tesis de la teoría de identidad de tipos se sigue que sólo los seres que pueden tener estados cerebrales son capa-

ces de desarrollar estados mentales. (Sólo quien puede desarrollar estados cerebrales del tipo 221 está en condiciones de sentir miedo.) Con todo, no es plausible admitir que sólo los seres con un cerebro de este tipo podrían gozar de estados mentales.

Pero la teoría de la identidad de sucesos plantea el problema de que no nos dice realmente lo que queremos saber. Pues buscamos características genéricas que nos posibiliten, por ejemplo, agrupar varios sucesos de estados cerebrales y ordenarlos en determinadas clases de sensaciones; si tal no sucediera, no serían posibles los enunciados que fueran más allá de un único evento.

**El funcionalismo supera este dilema.** Su tesis nuclear afirma que sólo las conexiones funcionales llevadas a cabo con ayuda del cerebro son esenciales para los estados mentales; es decir, los estados mentales son, por naturaleza, estados funcionales de un sistema que se realizan como estados físicos. Un estado funcional se caracteriza por su función causal, es decir,

por los efectos que tiene en el sistema. Por lo tanto, los sistemas de cualquier tipo están en condiciones de realizar estados mentales, en la medida en que estos sistemas presenten estados con las mismas funciones causales que nuestros estados mentales. El funcionalismo elude, pues, la objeción antes mencionada al proporcionar una teoría de rasgos genéricos de fenómenos mentales (es decir, de sus roles funcionales) sin la exigencia de la teoría de la identidad de tipos de defender los estados idénticamente realizados. Por lo tanto, las lombrices podrían tener miedo, si alcanzaran ese estado espiritual no a través del estado del tipo 221 (por falta de cerebro), sino vía otros procesos.

Contra el funcionalismo se ha propuesto el argumento mental del zombi. Nos podemos imaginar una persona y a su lado un doble mecánico (un zombi), que adopta siempre los mismos estados funcionales (producidos, por ejemplo, por circuitos electrónicos). Con todo, sólo a la persona atribuiríamos un dolor, ruborizarse o degustar un café, mientras que descartaríamos, en principio, de la máquina estas sensaciones. De este experimento mental se deduce que la vivencia de cualidades fenoménicas no se puede concebir, al menos no del todo, por estados funcionales.

Para hacer frente a estas objeciones se esbozaron diversas variantes de la teoría de la superveniencia. De acuerdo con su concepto definidor, los estados mentales no se pueden caracterizar por un rol funcional, sino por realizarse, de forma exclusiva y sistemática, por estados físicos. Rige en ella el siguiente principio: Si se dan dos fenómenos mentales distintos, entonces deben subyacer en su base dos fenómenos físicos distintos. En contraste con la clásica teoría de la identidad de tipos, las teorías de la superveniencia no excluyen que un mismo fenómeno mental pueda realizarse por varios y distin-



**UNA ZOMBI DELICADA.** En la película “Blade Runner” (1982) la artista Sean Young interpreta el papel de Raquel, una “réplica” perfecta. Ignora su origen artificial y se considera un personaje real.

tos fenómenos físicos (principio de la materialización múltiple).

De este breve recorrido por el panorama filosófico en torno al problema de la conciencia en los últimos decenios no ha de quedarnos la impresión de que algunas de las variantes expuestas se eliminarían definitivamente en virtud de las críticas presentadas. Precisamente la más antigua de las nuevas teorías vive hoy un renacimiento filosófico. Pues si se formula la teoría de la identidad de tipos de forma que la afirmación de identidad entre especies de fenómenos mentales y físicos sólo afecte directamente a la especie humana, entonces, por un lado, queda abierta la cuestión de si se dan también en otras especies fenómenos mentales; y, por otro, se puede incluso exigir desarrollar para otras especies una teoría de la identidad de tipos propia de cada caso.

Otra crítica contra las teorías de la identidad objeto que no tienen en cuenta nuestra intuición dualista cotidiana que diferencia el espíritu de los cuerpos: el miedo nos parece, desde la intuición, algo enteramente distinto de un estado cerebral. Sin duda se pueden describir estados mentales por medio de propiedades (por ejemplo, la experiencia) que, en principio, no corresponden a los fenómenos físicos. Un defensor de la teoría de la identidad puede aceptar esta intuición cotidiana, pero rechaza que sea un argumento contra la teoría de la identidad; pues está de acuerdo en que unas descripciones psicológicas de fenómenos mentales ("miedo") no son reducibles a descripciones físicas de fenómenos mentales ("estado cerebral 221"). Más bien se dan en la intuición cotidiana y en la teoría de la identidad dos formas distintas de describir y, a un tiempo también, dos formas distintas de conocimiento; sin embargo, sostiene el teórico de la identidad, son formas distintas de describir y de conocer el mismo fenómeno. Es una y la misma realidad la que describimos una vez psicológica y otra físicamente; en unas ocasiones la concebimos como mundo mental y en otras como mundo físico. Pero sólo hay un ámbito de fenómenos, a saber, aquel que se puede investigar, al menos en principio, con los medios de la física y de las ciencias que se apoyan en ella (como la química y la biología) y que constituye un contexto eficaz general.

En este supuesto, para contestar correctamente a la pregunta el sujeto ha de comprender tanto la perspectiva del policía como también la perspectiva del yo (T+/I+).

Los sujetos de nuestras pruebas se enfrentaban también ante dos tipos de textos más. En los textos (T-/I-) se trataba de relatos descriptivos, o "físicos". En ellos, no hay por qué tener en cuenta la perspectiva del yo, ni es necesario adentrarse en las opiniones o disposiciones de las personas que aparecen en escena.

En el cuarto tipo de narraciones (T-/I+), interviene sólo el lector. La historia está narrada en segunda persona ("tú..."); la perspectiva no viene, pues, fijada en primer lugar por la pregunta final, sino por la referencia a la perspectiva del yo que establece la forma narrativa.

### Aprehender el yo

Variábamos sistemáticamente los cuatro tipos de relatos y comparábamos entre sí las actividades cerebrales medidas en cada caso. Las cotejábamos también con la "actividad básica", que surgía con la lectura de frases incoherentes.

Las imágenes de la actividad cerebral, servidas por la tomografía de resonancia magnética funcional, mostraban con claridad de cuán diferente manera se elaboran los cuatro tipos de historias. En todos los textos que requerían ponerse en la perspectiva de una tercera persona (es decir, la teoría de la capacidad mental, T+), se incrementaba la actividad en el córtex prefrontal medio y en el córtex polar temporal del hemisferio cerebral izquierdo. Por el contrario, los sujetos que se ponían en la perspectiva del yo activaban, además, otras áreas cerebrales; en especial, la zona de transición del lóbulo temporal y del parietal ("temporoparietal") del hemisferio cerebral derecho; también, zonas del córtex parietal medio.

Se trataba de un primer indicio de la existencia, en el cerebro, de un sistema específico para la perspectiva del yo. Habíamos localizado casi una prestación parcial de la autoconciencia.

La localización de la actividad en la zona de transición del lóbulo temporal y del parietal del hemisferio cerebral derecho es muy plausible. Permite deducir que, cuando cambiamos a la perspectiva del yo, nos referimos a nuestro cuerpo como centro. Las personas que padecen el síndrome de atención insuficiente tienen dañada, precisamente, esa región del cerebro. Les caracteriza que no pueden percibir conscientemen-

te la parte izquierda de los objetos, de su propio cuerpo o del espacio exterior. Muestran, además, dificultades para dividir por la mitad una línea dibujada o de señalar espontáneamente el número intermedio de un intervalo entre dos números. Han perdido "su propio centro".

En los experimentos en los que los sujetos debían guiarse "a sí mismos" en un videojuego, esta región se manifestaba especialmente activa. Y se incrementa allí también la excitación neuronal si empleamos los pronombres de primera persona del singular ("yo", "mío"...). Probablemente, pues, al hablar nos referimos a nuestros cuerpos como centro.

### ¿Cuántas pelotas ve usted?

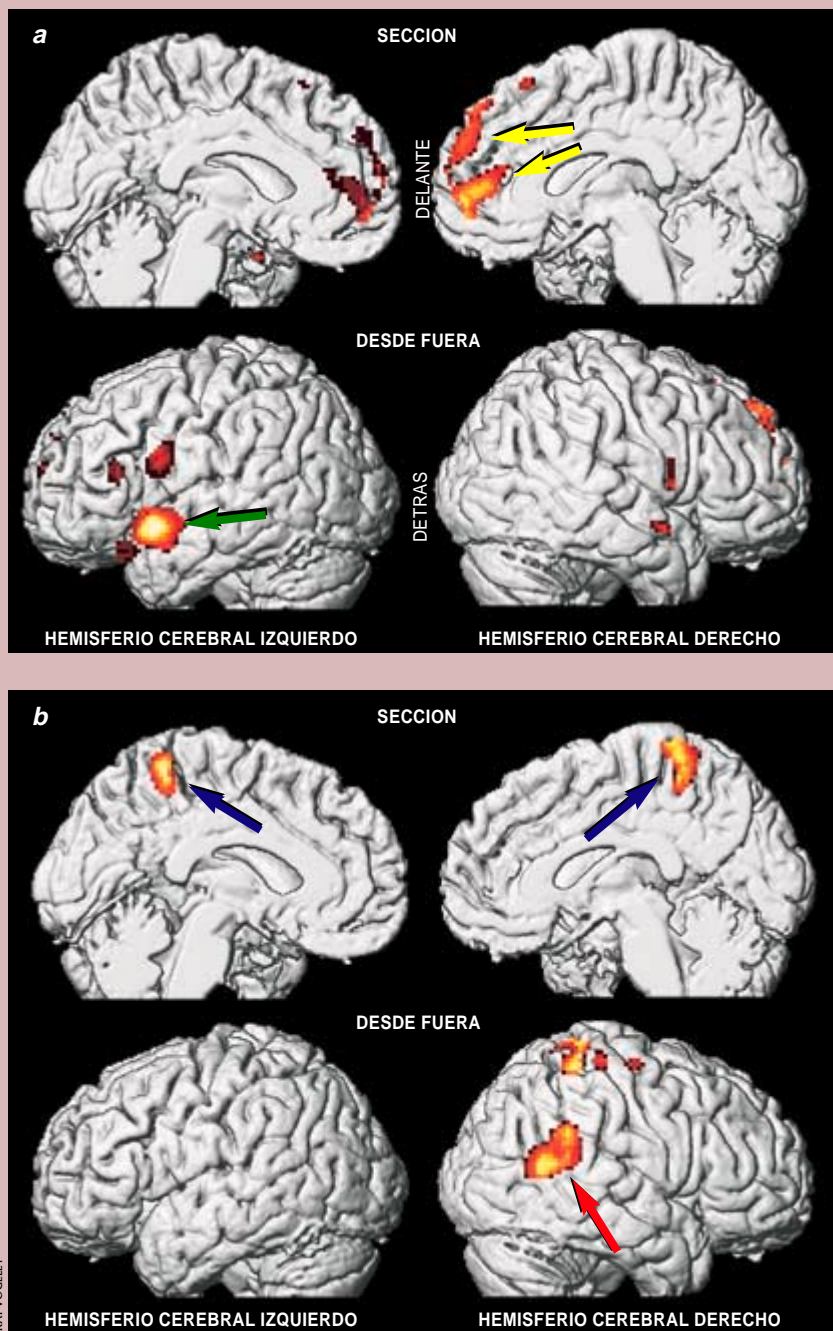
Al leer los relatos, los sujetos del test se valen de funciones cerebrales lingüísticas para responder a las preguntas. Ahora bien, ¿qué ocurriría si cambiáramos a una perspectiva sin intervención del lenguaje? Buscamos información en un segundo ensayo. Los sujetos del experimento estaban tumbados en el tomógrafo y contemplaban un espacio virtual tridimensional, donde había varios objetos y una persona virtual.

En razón de la pregunta, el sujeto debía pasar (desde un punto de vista espacial) de la perspectiva del yo (¿cuántas pelotas ve usted?) a la perspectiva visual del hombre virtual (¿cuántas pelota ve él?). También aquí hallamos diferentes patrones de actividad, según la tarea. Así, la perspectiva del yo estaba asociada, también en este caso, a un aumento de la actividad en el córtex parietal medio y en el córtex prefrontal medio. La perspectiva del yo (se utilizaran o no funciones lingüísticas) iba acompañada de la activación del área del córtex medio.

El creciente número de datos recabados de la investigación en fisiología cerebral influyó en el debate en torno a la teoría de la simulación y la "teoría de la teoría". El descubrimiento de las neuronas especulares en el lóbulo frontal de los primates, por Vittorio Gallese, parece reforzar, de momento, la teoría de la simulación. Ese profesor de la Universidad de Parma observó que las neuronas especulares no sólo se excitaban cuando el animal ejecutaba, por sí mismo, determinados movimientos complejos, sino también cuando veía que otros animales realizaban movimientos similares. De ese hallazgo se dedujo que la contemplación de un congénere activa los mismos procesos cerebrales que cuando uno mismo los ejecuta. Pese a todo, no parece verosímil que en ambas



## Cambio de perspectivas en la comunicación social



Los sujetos del experimento se hallaban recostados en el escáner; en la pantalla aparecían unos relatos breves en los que intervenían varias personas. A los 25 segundos se les hacía una pregunta relacionada con el texto. Para contestarla correctamente, los sujetos debían valorar, en algunas narraciones, los pensamientos de una de las personas que aparecían, es decir, adoptar la perspectiva de una tercera persona (teoría de la capacidad de la mente, T+). Las imágenes obtenidas con la tomografía de resonancia magnética funcional (a) mostraron un incremento de la actividad cerebral en el córtex prefrontal medio (en el lóbulo frontal) y en el córtex temporopolar del hemisferio izquierdo.

Si en un relato se exigía, además, la adopción de la perspectiva del yo (T+/I+), se pudo detectar una actividad alta en el córtex parietal medio y en la zona del córtex temporoparietal (transición lóbulo temporal/lóbulo parietal) en la parte derecha (b). En la perspectiva del yo se activan, pues, regiones cerebrales específicas, que son distintas de las que se activan en la perspectiva de una tercera persona. Estos resultados contradicen la validez exclusiva de la teoría de la simulación, según la cual para introducirse en el mundo mental de otro basta simular el correspondiente estado mental propio (la perspectiva del yo).

situaciones se disparen en el cerebro los mismísimos procesos.

### Observar no es actuar

Al fin y al cabo es obvio que se da una diferencia. En el primer caso, el animal se mueve; en el segundo, se limita a observar el movimiento. El cerebro debe distinguir de forma fiable entre ambas situaciones; si no fuera así, no podría

distinguir en su vida su propia acción de la observación de la misma acción.

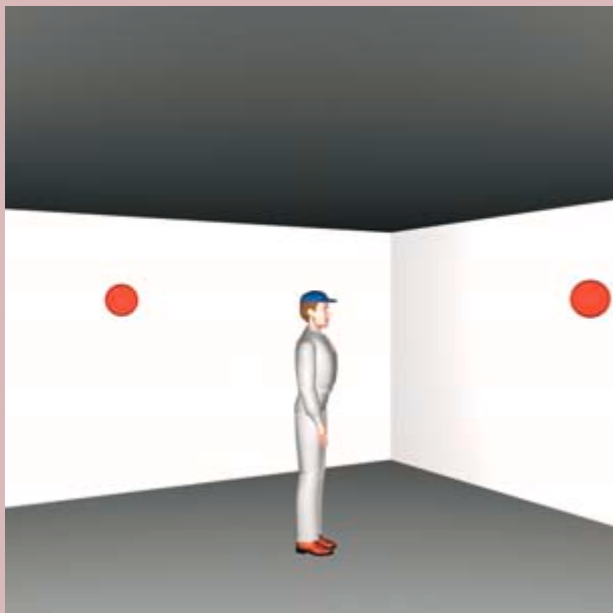
Contra la exclusividad de la teoría de la simulación tienen algo que decir nuestros datos. Si toda adopción de la perspectiva de otra persona (como reclama la teoría de las tareas de la mente) constituyera una mera simulación de los propios estados mentales, entonces no deberían presentarse activaciones cerebrales

tan dispares en la comparación entre la perspectiva del yo y la perspectiva del otro, como nosotros pudimos mostrar. Parece más cercana a la realidad una combinación de la “teoría de la teoría” y de la “teoría de la simulación”.

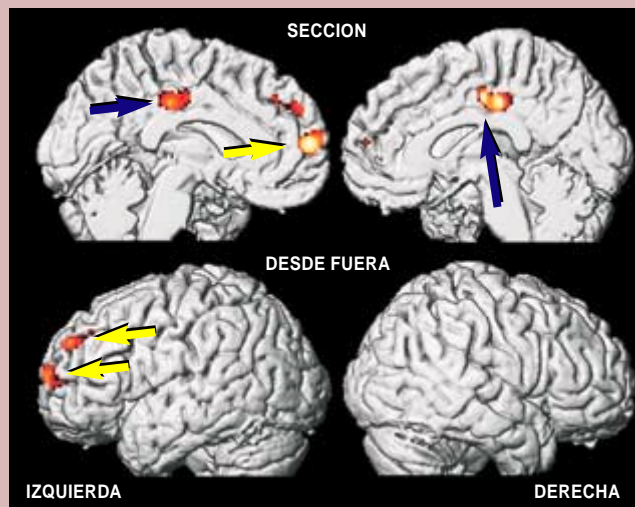
En el ámbito de la teoría de la mente, los componentes de la teoría de la teoría podría anclarse preferentemente en el córtex prefrontal medio; en cambio,



## Visto desde distintos ángulos visuales



En un experimento sobre el conocimiento espacial los participantes, instalados en el tomógrafo, observaban espacios virtuales sencillos. Aparecían en pantalla una figura humana artificial ("avatar") y varias bolas (*imagen, arriba*). La posición de la cámara, la dirección de la mirada del avatar, el número y posición de los objetos iban cambiando de forma sistemática. Si el director del experimento preguntaba a los participantes "¿cuántas bolas ve usted?", éstos adoptaban la



perspectiva del yo para responder a la pregunta. Pero la pregunta "¿cuántas bolas ve él?" exige instalarse en el avatar, es decir, en la perspectiva de una tercera persona. Puesto que el avatar no podía ver, en un gran número de casos, todas las bolas a la vez, se podía establecer con seguridad, por la respuesta del participante, su perspectiva. En la perspectiva del yo, la tomografía de resonancia magnética funcional registraba una actividad intensa en el córtex prefrontal medio y en el córtex parietal medio (*imagen arriba*). Por el contrario, en la perspectiva de una tercera persona, se detectaba una intensa actividad en la zona del córtex parietal superior en la parte derecha (*esta imagen no figura*).

en el marco de la conciencia del yo sería característica una actividad alta en las áreas centrales del córtex y en la zona de transición temporoparietal. Pero había una parte de la actividad neuronal, en el córtex prefrontal medio, que se hallaba asociada a ambas perspectivas. En consecuencia, los datos respaldan la opinión de que, para ponernos en la perspectiva del otro, incluimos en parte la nuestra propia.

Con ello hemos avanzado en el estudio de la autoconciencia. Pudimos fijar en el cerebro un correlato específico de la perspectiva del yo como logro parcial de la autoconciencia. Hemos mostrado, además, que ambas —la perspectiva del yo y la capacidad de ponerse en el lugar de otras personas— se encuentran ligadas a funciones cerebrales distintas, aunque solapadas. No sólo alteraciones patológicas del yo, sino también fenómenos como la hipnosis y la meditación reciben así nueva luz: en estas condiciones, las personas se salen de su perspectiva del yo. La autoconciencia no representa

ninguna condición previa absolutamente inamovible de todo pensamiento. Por lo general, siempre experimentamos, sin

embargo, el mundo desde una perspectiva del yo. La necesitamos para actuar conforme a nuestros planes y deseos.

KAI VOGEELEY, neurólogo y filósofo, trabaja en la clínica psiquiátrica de la Universidad de Bonn y en el Instituto Jülich de Investigación Médica. ALBERT NEWEN, miembro del seminario filosófico de la Universidad de Bonn, se halla adscrito al Colegio Científico Hanseático de Delmenhorst.

### Bibliografía complementaria

SUBJEKT UND SELBSTMODELL. T. Metzinger. Schöningh; Paderborn, 1993.

"REPRÄSENTATION UND IDENTITÄT". K. Vogeley, en *Erfahrung und Denken*, vol. 77, Duncker und Humblot GmbH; Berlín, 1995.

ANALITISCHE EINFÜHRUNG IN DIE PHILOSOPHIE DES GEISTES. A. Beckermann. De Gruyter; Berlín, 1999.

SELBST UND GEHIRN. MENSCHLICHES SELBSTBEWUSSTSEIN UND SEINE NEUROBIOLOGISCHEN GRUNDLAGEN. Dirigido por A. Newen, K. Vogeley; 2.<sup>a</sup> edición. Mentis; Paderborn, 2000.

GRUNDPROBLEME DER PHILOSOPHIE DES GEISTES. M. Pauen. Fischer Taschenbuch; Frankfurt am Main, 2001.

FÜHLEN, DENKEN, HANDELN. G. Roth. Suhrkamp; Frankfurt am Main, 2001.

SEELE, DENKEN, BEWUSSTSEIN. ZUR GESCHICHTE DER PHILOSOPHIE DES GEISTES. Dirigido por U. Meixner, A. Newen. De Gruyter Studienbuch; Berlín, 2003.

# Pensar a la manera asiática

Durante mucho tiempo, los psicólogos partieron de la base de que los procesos fundamentales del pensamiento eran iguales en todos los humanos. Pero nuestro trasfondo cultural no sólo determina qué pensamos, sino también cómo lo pensamos

Ulrich Kühnen

**H**akuin Ekaku no se lo pone fácil a sus discípulos. El maestro japonés de zen le pregunta a uno de sus pupilos: “Dime, ¿cómo suena el aplauso de una sola mano?”. El joven monje piensa y medita. No encuentra respuesta. Pero ello no le sorprende a Hakuin. Quien busca la inspiración sólo puede ver la solución, si deja de reflexionar sobre el tema. ¿Desconcertante? En China forma parte de la tradición espiritual el trato con las contradicciones. Hace ya más de mil años que los discípulos del zen le daban vueltas a enigmas paradójicos, los llamados koan.

Quien se interese por las religiones y sabidurías lejanas haría bien en ocuparse de las improntas culturales. Otro tanto deberían hacer los políticos, científicos y hombres de negocio que busquen la cooperación internacional. Al fin y al cabo, importa distinguir diferencias, culturalmente fundadas, en la forma de pensar del interlocutor; sólo así se puede entender por qué un político coreano toma una decisión, que nos resulta de entrada incomprensible, o por qué científicos del otro lado de la Tierra no extraen necesariamente las mismas conclusiones de informaciones idénticas.

Durante mucho tiempo, la psicología cultural comparada ocupó un lugar marginal. Probablemente se debía a que algunos investigadores negaban el influjo de la cultura en los procesos fundamentales del pensamiento y lo siguen haciendo en nuestros días. Por supuesto, nadie niega que personas de ámbitos culturales distintos pueden juzgar los asuntos

de forma diferente. Con todo, muchos científicos siguen suponiendo que los procesos básicos mentales son universales, es decir, que tienen un desarrollo idéntico en todos los humanos.

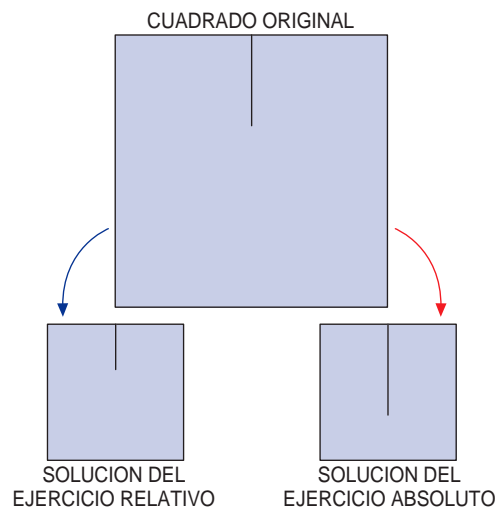
## Dudas en la metáfora del ordenador

Se recurre a menudo a la metáfora del ordenador para explicar la mente. En dicha comparación, el cerebro se asemeja al hardware electrónico. Los procesos mentales corresponden al software y los contenidos, sobre los que reflexionamos, a la entrada de datos en el sistema. Este hardware y software —así reza el argumento— habrían surgido a lo largo de millones de años de evolución; el desestimable breve lapso de tiempo en que se han desarrollado las diferentes culturas, apenas si habría podido producir cambios nimios en los procesos mentales. No obstante, la cultura determinaría la entrada de datos; en consecuencia, la aplicación de procesos mentales universales idénticos llevaría a una salida de información, a un producto, distinto. Por tanto, las acciones y juicios acuñados culturalmente no se deberían a procesos mentales distintos, sino a contenidos mentales diferentes.

Sin embargo, las investigaciones más recientes permiten dudar de esta versión de la metáfora del ordenador; prueban que incluso los procesos mentales básicos portan el sello de la cultura. Hace un par de años, el grupo dirigido por Takahiko Masuda y Richard Nisbett, de la Universidad de Michigan, publicó uno de los trabajos más reveladores e interesantes. Acometieron el ensayo siguiente, en que los participantes se dividían entre nor-

teamericanos y japoneses: ante ellos presentaron en un ordenador un mundo submarino animado que parecía real. En primer plano, unos peces grandes nadaban de un lado para otro; en el fondo, se movían otros pequeños; aquí y allá había piedras y crecían plantas acuáticas.

Al cabo de un rato desaparecía la imagen de la pantalla. Los sujetos habían de describir lo que habían visto. Los estadounidenses, al principio, se referían casi exclusivamente a los peces grandes del primer plano y sólo más tarde se ocupaban del resto de los detalles. Los japoneses, por el contrario, describían desde el comienzo también características del fondo de la escena, a saber, las especies de las plantas o la forma de las piedras. En general, todos los participantes hablaron con una frecuencia similar de los peces, pero los japoneses agregaron, casi



en un setenta por ciento, más aspectos marginales.

Con unos ejercicios suplementarios de memoria, los investigadores demostraron que cada uno de los dos grupos culturales había grabado la escena de manera diferente. Después de la animación, les mostraron varias imágenes fijas de la escena, en las que siempre aparecía un pez grande (véase figura 3). A veces era exactamente igual al de la animación original, pero otras diferían pez y fondo; en algunas, por fin, se repetía el fondo original, pero cambiaba el pez.

Los sujetos del test debían indicar si el pez mostrado se hallaba en la escena original. Si el pez aparecía en un entorno diferente, los estadounidenses decidían con mucha mayor seguridad que los japoneses si era idéntico al del film. Por el contrario, los japoneses respondían bastante mejor cuando fondo y pez se conformaban con la presentación original. Parece como si los asiáticos hubieran captado y procesado “holísticamente” los peces grandes en su contexto. Por eso dependía de los respectivos fondos la precisión con que se acordaran. Los estadounidenses, en cambio, se habían concentrado en los “peces gordos” y los reconocían siempre con el mismo acierto, independientemente del entorno en que aparecieran.

Concepción total

Cabía la posibilidad de que una escena subacuática provocara, en principio, emociones distintas según dónde hubiera crecido el observador y qué alcance tuvieran en su cultura, por ejemplo, los acuarios. Por tanto, el contenido significativo del material de la prueba podría influir en el resultado del estudio. Para dirimirlo, Shinobu Kitayama, de la Universidad de Kyoto, acometió hace poco otro experi-



KOBIN YUKAWA

2. CLARIDAD EN LA NIEBLA. Desde una perspectiva asiática, se reconoce la verdad justo en la contradicción.

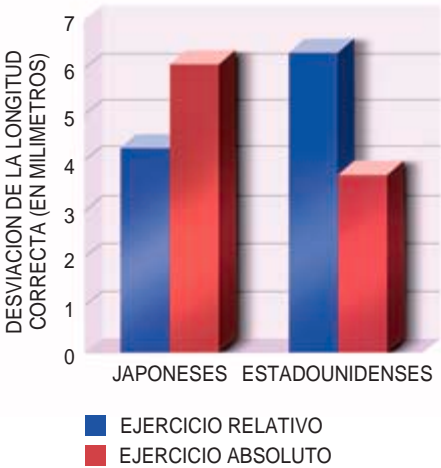
mento. Empleó un material simple y casi neutro en punto a significado. Los sujetos comienzan por contemplar, durante breves segundos, un cuadrado, en el que se ha trazado una perpendicular descendente desde el centro del lado superior: la así llamada tarea de la recta encuadrada. Se apaga después la imagen y aparece un cuadrado vacío de otro tamaño. A continuación, los sujetos del experimento han de trazar una recta, guardando la misma proporción de distancia de la recta a los lados que tenía en el original. Puede que el lector haya barruntado quién tiene ventaja en esta prueba; en efecto, el grupo japonés obtuvo mejores resultados que el estadounidense. Diríase que los asiáticos procesaban, ya en la contemplación de la imagen original, todos los componentes en sus relaciones recíprocas.

Pero los estadounidenses no tardaron en conseguir el empate. Cuando Kitayama les indicó que dibujaran la línea con la misma longitud que tenía en el original en los nuevos cuadrados (fueran éstos mayores o menores), el equipo norteamericano superó al grupo japonés. A los estadounidenses les resultaba más fácil

ignorar el contexto, razón por la cual podían grabar mejor la longitud absoluta. Cuando mi equipo, junto con Shinobu Kitayama, repitió la prueba con alemanes y japoneses, halló las mismas diferencias entre “este” y “oeste”.

Parece, pues, que las personas de cultura asiática difieren de las occidentales en el centro de su atención, cuando miran imágenes. La causa de la percepción occidental, orientada al objeto, se halla presumiblemente en la milenaria tradición filosófica de la Grecia clásica. El modo de pensar reduccionista y la formulación de regularidades causales llevó a los modelos de la mecánica, de la astronomía y de la geometría axiomática, al tiempo que surgía, en cierto modo como proyecto opuesto, la tradición oriental holista y, desde una óptica científica, no menos eficaz.

Pero no sólo la percepción está bajo la influencia de nuestras tradiciones mentales, sino también ciertos procesos cognitivos más complejos como la extracción de conclusiones y ponderaciones. Así, a partir del comportamiento de un individuo inferimos su mundo interior, su disposición o sus inclinaciones.

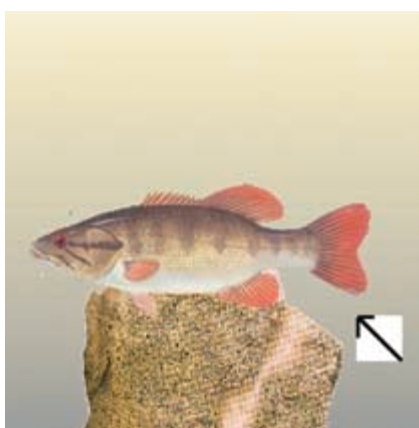
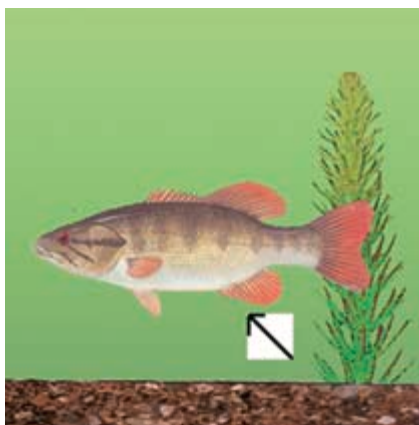


DE PERCEIVING AN OBJECT AND ITS CONTEXT IN DIFFERENT CULTURES: A CULTURAL LOOK AT A NEW LOOK. S. KITAYAMA, S. DUFFY, T. KAWAMURA Y J. T. LARSEN, en Psychological Science vol. 12, July 2001

1. UNA VERDAD ABSOLUTA PUEDE SER UNA FALSEDAD RELATIVA. En el ejercicio de la recta encuadrada los sujetos del experimento deben retener la longitud absoluta o la relativa de una línea y dibujarla después de memoria en otro cuadrado de dimensiones distintas (izquierda). Los japoneses alcanzan un mayor rendimiento en el ejercicio “relativo”; los estadounidenses, en el “absoluto” (derecha).



Z. MASUDA Y R. E. NISBETT en *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 81, 2001



### El experimento "Fidel Castro"

Sea la observación siguiente. Cuando un camarero nos sirve atento y solícito en un restaurante, estamos predispuestos a considerar que se trata de una persona amigable y colaboradora; pero si se nos muestra seco y desabrido, lo tenemos por un cascarrabias crónico. Y nos afecta relativamente poco si las circunstancias externas disculpan el comportamiento del camarero; por ejemplo, que de repente se haya llenado el local.

Cuán difícil nos resulta tener en cuenta la influencia de las circunstancias lo pone de manifiesto una investigación sociopsicológica de Jones y Harris llevada a cabo en 1967 y que, desde entonces, se ha convertido en clásica. Presentaron a los sujetos estadounidenses del experi-

**3. CINE CON PECES.** Los sujetos del experimento, estadounidenses y japoneses, sometidos a un test de memoria, debían indicar si habían visto poco antes un pez en un film submarino (*escena del film, arriba*). Los japoneses reconocían el pez por el fondo original (*centro*) mejor que los estadounidenses. Exactamente al revés sucedía, si se les presentaba el pez fuera del contexto de la película (*abajo*).

mento breves ensayos políticos sobre Fidel Castro que se suponía habían sido redactados por los otros participantes. En realidad los habían escrito los psicólogos; unos textos hablaban bien del dirigente cubano y otros le eran desfavorables. Los directores de la prueba advirtieron a los sujetos que los supuestos autores no habían expuesto su pensamiento genuino sobre el asunto; es decir, su propia opinión podía ser muy distinta.

Les solicitaron, después, que apostaran por la verdadera opinión de los autores. Fue sorprendente comprobar que, aunque sabían que los presuntos autores no habían expuesto libremente su postura, los sujetos del experimento supusieron un proceder más positivo a los autores pro Castro que a los escritores en contra. Era obvio que no les resultaba fácil liberarse de la asociación interiorizada entre disposición y acción de una persona.

Quizás este fenómeno radique también en el modo de pensar tradicional de la cultura occidental. Aristóteles reducía a la distinta naturaleza de la madera y de la piedra el hecho de que la piedra se hunde en el agua y la madera flota. Suponía que era la propiedad de piedra, es decir, su pesantez, la que hacía que se hundiera en el río.

Los chinos, en cambio, tenían ya en la antigüedad la idea de que hay que explicar el comportamiento de las cosas no sólo por sus cualidades, sino también por su relación recíproca con fuerzas del entorno. Así, conocían ya el magnetismo con el que comprendían como causadas por la Luna las mareas. ¿Se plasma en el pensamiento asiático actual esa búsqueda holística tradicional de las causas?

Incheol Choi y Nisbett realizaron de nuevo el experimento "Fidel Castro", pero esta vez con estadounidenses y coreanos. Para su sorpresa, ambos grupos se comportaron al principio igual; los coreanos también consideraron poco adecuada la influencia de la situación bajo la cual se habían encontrado los

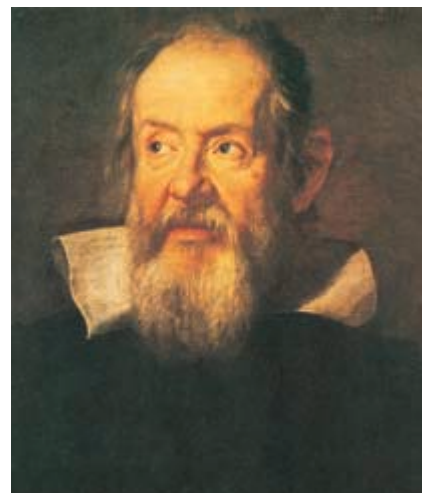
supuestos autores. Por último, los investigadores indicaron a dos nuevos grupos de sujetos que escribieran ellos mismos un artículo con la posición preestablecida, para comprender mejor una situación de este tipo. Se repitió la prueba original. ¿El resultado? Increíble; ¡los estadounidenses se empeñaban como antes en su modelo mental! Sólo los coreanos separaron el contenido del ensayo de la opinión de su autor. Así pues, ambos grupos culturales tendían espontáneamente a deducir del comportamiento de una persona su disposición. Pero parece que esta disposición está anclada con mucha mayor fuerza en los que pertenecen a la cultura occidental.

### ¡Cuidate de tus amigos!

Otra forma de evaluar la ofrece el razonamiento deductivo, el núcleo de la lógica aristotélica, es decir, el silogismo (Todos los peces viven en el agua; la sardina es un pez. Por tanto, la sardina vive en el agua.) No obstante, este razonamiento presupone unas reglas de la lógica que en la Grecia clásica se admitían ya como verdades absolutas:

- **Ley de la identidad:** A es igual a A. Toda cosa es idéntica a sí misma.
- **Ley de no contradicción:** A no es igual a no-A. Ningún enunciado puede ser a la vez verdadero y falso.
- **Tertium non datur (tercero excluido):** Todo enunciado es o verdadero o falso.

Estas "leyes" nos parecen a muchos de nosotros como dadas por la naturale-



GALERIA DE LOS UFFIZI, FLORENCIA

**4. UN LOGICO SUTIL.** Con un elegante experimento mental refutó Galileo Galilei (1564-1642) la afirmación aristotélica de que los objetos pesados caen al suelo a mayor velocidad que los ligeros.

za; pero, ¿realmente lo son? Formularlas fue, sin duda, un logro cultural extraordinario. En contraposición, se desarrolló en China el pensamiento dialéctico oriental. No se trata ni de la comprensión platónica de la dialéctica (como arte del debate), ni de la dialéctica hegeliana o marxista, en la que las contradicciones conflictivas aspiran a una resolución (como los intereses de grupos sociales diferenciados). La dialéctica oriental acepta las contradicciones, pues sólo por ellas se reconocerá (según su punto de vista) la verdad.

Richard Nisbett, en colaboración con Kaiping Peng (de la Universidad de California en Berkeley), se propuso contrastar los axiomas de la lógica occidental con el pensamiento dialéctico chino. Para lograrlo, ambos investigadores formularon la dialéctica oriental en principios; aunque, como ambos reconocen, esto es evidentemente típico de la forma de proceder analítico-occidental.

- **Principio del cambio:** La realidad es un proceso en cambio constante.
- **Principio de contradicción:** Puesto que lo único constante es el cambio, también la contradicción es constante.
- **Principio del holismo:** Dado que todo cambia constantemente y está en contradicción, no se entiende nada en la vida humana ni en la naturaleza con independencia una de otra. Todo se halla en mutua dependencia.

Peng y Nisbett propusieron que, desde las leyes de la lógica occidental, se ha desarrollado una suerte de intolerancia ante las paradojas; es decir, si a los occidentales se nos coloca ante una contradicción, nos sentimos, a diferencia de los asiáticos, incómodos y, por tanto, intentamos solventarla. Peng y Nisbett pudieron, de hecho, apoyar su tesis con un análisis de refraneros chinos y estadounidenses. “Cuídate de tus amigos, no de tus enemigos”, reza un dicho que (¿es preciso indicarlo?) procede de China. En cambio, “un ejemplo no prueba nada” constituye un adagio típico de la tradición lógico-analítica.

Cierto que en ambos grupos culturales se presentan expresiones analíticas y dialécticas, pero el listado chino contiene casi el cuádruple de dichos dialécticos que el estadounidense. Y, al presentarlos los investigadores a los sujetos del experimento, unos chinos y otros estadounidenses, una selección mixta de ambos refraneros, a los dos grupos culturales les parecía, en cada caso, que los refranes de su propio ámbito cultural eran mejores que los del otro. Los esta-

## Intuición y lógica

Las culturas occidentales están profundamente influenciadas por la Grecia clásica, donde se originó la idea de la “libertad individual”. Los atenienses opinaban que cada uno podía determinar en gran parte sus acciones y que la sociedad se constituía por individuos independientes y libres. En estrecha relación con esta mentalidad se sitúa la tradición del debate, pues se fomentaba la discusión pública.

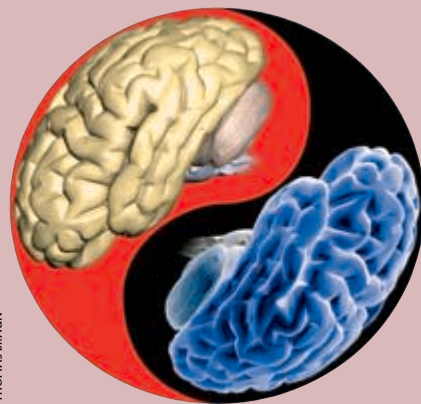
Debemos también a los griegos las bases del pensamiento “científico”. Supusieron que se podía alcanzar el conocimiento clasificando el mundo real en categorías y comprendiendo las regularidades causales entre objetos. Por ese camino llegaron a modelos refinados de física, astronomía, geometría axiomática, lógica formal y filosofía racional.

Pero si atendemos a la cultura de la antigua China, nos encontramos, en muchos aspectos, con un proyecto opuesto. Si los griegos acentuaban la libertad individual, los chinos preferían ver al hombre integrado en una red polifacética social: de la familia, la comunidad local y del país. La conducta individual no se dirigía a las preferencias personales, sino a las expectativas de los otros. Desde la dinastía Han (206 a.C.-220 d.C.) hasta el fin del Imperio (1912) el confucianismo fue la doctrina oficial y, por tanto, el sistema moral dominante. En su centro estaba el cumplimiento de los deberes sociales: entre señores y súbditos, entre padres e hijos y entre hombre y mujer. A diferencia de la Grecia clásica, en China no se valoraba el debate público; antes bien, se le desaprobaba como una vulneración de la armonía social.

La sociedad de la antigua China era, desde el punto de vista de la producción técnica, muy superior a la de la Grecia clásica. Pero las destrezas alcanzadas y los inventos (como el desarrollo de la brújula magnética, los barcos especialmente seguros para la navegación, la carretilla o la invención de la porcelana) no surgieron tanto de una formulación de modelos y teorías científicas y su posterior comprobación cuanto de tanteos intuitivos.

Los chinos construyeron menos modelos formales que los griegos sobre el mundo natural, los objetos y sus relaciones causales. Se comprueba en el hecho de que los chinos no disponen de un concepto de “naturaleza” separado y distinto del de ser humano. En tanto que los modelos abstractos “científicos” de los griegos debían satisfacer las leyes de la lógica formal, los chinos creían en la validez simultánea de los enunciados paradójicos.

La forma oriental de la dialéctica podría compendiarse así: sólo cuando se soporta la simultánea corrección de contradicciones, se puede reconocer la verdad. En ningún otro símbolo cultural se expresa mejor esta actitud que en el dibujo del Ying y Yang, en el círculo que se forma por la reunión de la mitad clara con la mitad oscura.



YING Y YANG. El símbolo chino del dualismo del universo

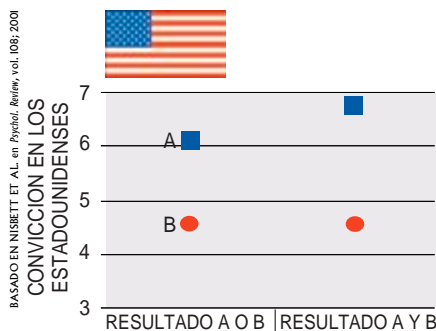
dounidenses preferían las expresiones no-dialécticas de su ámbito cultural; los chinos valoraban muy positivamente los enunciados dialécticos chinos.

### El error de Aristóteles

Peng y Nisbett elaboraron, en otra prueba, dos series de argumentaciones distintas para estados de cosas complejos: una de

carácter dialéctico, la otra de una lógica impecable. Para esta última echaron mano del famoso experimento mental de Galileo sobre cierto error de Aristóteles. Sostenía éste que los objetos pesados caían al suelo a mayor velocidad que los ligeros.

*Supongamos que atamos el objeto más liviano al más pesado, enton-*



ces ambos juntos pesan más y, por tanto, deberían caer más rápido que cada uno por separado. Pero, si el ligero encima del pesado cae más lentamente, debería frenar la caída del conjunto, de manera que ambos objetos atados deberían caer al suelo más lentamente que el pesado solo. Puesto que estas dos conclusiones son contradictorias, ha de ser falso el supuesto de Aristóteles.

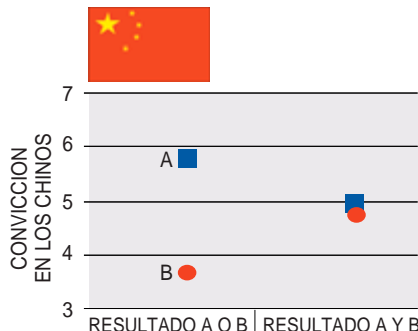
Para la segunda serie, los investigadores se valieron de un argumento dialéctico:

*Si uno se imagina un objeto pesado y otro ligero volando, en un caso, en una atmósfera tranquila y, en otro, en medio de un temporal, ¿qué determina la velocidad de la caída? Por supuesto, el contexto (aire tranquilo o tormenta) y no el peso de los objetos. Puesto que estos influjos del contexto siempre se dan (más o menos intensos y potentes), el supuesto fundamental de Aristóteles no puede ser sino falso.*

### Ni carne ni pescado

A los estadounidenses les pareció mucho más plausible la argumentación lógico-formal de Galileo que la versión holista, esbozada por los propios Peng y Nisbett. Al equipo chino, por el contrario, les pareció más convincente la argumentación dialéctica.

Otro trabajo ilustra de qué diferente manera los asiáticos se desenvuelven con las contradicciones. En este estudio, Peng y Nisbett se inventaron dos resultados, a primera vista contradictorios, de un mismo planteamiento científico. Se dio información de un trabajo A, en el que se mostraba que las personas que alcanzaban una edad avanzada habían preferido comer, a lo largo de toda su vida, pescado o aves. De otro trabajo B, por el contrario, resultaba que era muy sano renunciar del todo al consumo de carne o de pescado.



Los investigadores solicitaron después a los chinos y a los estadounidenses que indicaran si les parecían convincentes estos resultados. Si a cada sujeto se le entregaba sólo uno de los dos resultados ficticios, apenas si diferían las opiniones de cada grupo; ambos grupos mostraban mayor confianza en el resultado del estudio A. Pero el comportamiento cambiaba si cada sujeto debía valorar a la vez las dos exposiciones, a primera vista paradójicas.

Los estadounidenses llevaron al extremo su opinión: el resultado de la investigación ficticia que habían tenido por más evidente en la valoración aislada lo consideraban ahora aún más convincente, ante el contrarresulto menos plausible. Los chinos reaccionaron de forma muy distinta: bien es verdad que ahora examinaban los resultados con otros ojos; pero, al parecer, descubrieron una verdad entre los dos resultados contradictorios, pues pensaban que ambos ofrecían la misma plausibilidad.

En conjunto, estos estudios constituyen una prueba inequívoca de que la cultura influye profundamente en nuestra forma de pensar. Afecta a la mera percepción así como a fijar las causas de los fenómenos observados, a la deducción o a la construcción y valoración de argumentaciones. ¿Se puede dar por refutada la metáfora del ordenador, según la cual todos los humanos poseemos el mismo hardware y software? ¿Tiene un cerebro japonés un aspecto algo distinto que el de un europeo?

### El cerebro cultural

Por ahora, sacar esta conclusión sería ir demasiado lejos. Parece más prudente admitir que los miembros de las culturas occidentales y orientales pueden pensar analítica y holísticamente, si bien espontáneamente lo hagan con una frecuencia distinta. Pero no se puede sostener la nítida separación entre contenidos (determinados por la entrada de información) y procedimientos mentales — que serían los mismos para todos —, como sugiere la metáfora del ordenador. No olvidemos

**5. PARADOJA.** Ante dos presuntos resultados de una investigación que parecían contradictorios (A o B), estadounidenses y chinos coincidían bastante en su valoración, si sólo se les presentaba uno de ellos. Pero si se trataba de evaluar ambos resultados a la vez (A y B), llegaban a veredictos muy distintos.

que se trata sólo de una metáfora, es decir, una comparación, y, posiblemente como todas las comparaciones, no se aguanta en todos los ámbitos.

Por otra parte, las diferencias observadas en las operaciones fundamentales del pensamiento, es decir, en el software, no entran en contradicción con las consideraciones pertinentes a la evolución biológica. Nuestro cerebro es producto de millones de años de evolución; comparado con ese arco, el lapso temporal del desarrollo de las culturas actuales resulta insignificante. De ello no debemos extraer la idea de que la forma de operar del cerebro humano venga absolutamente determinada por la genética.

Numerosas investigaciones demuestran su “plasticidad”. Gracias a la misma, las funciones de algunas zonas que se han visto impedidas por culpa de una lesión pueden ser desempeñadas por otras áreas. Incluso el “hardware cerebral” puede cambiar. El cerebro reacciona con flexibilidad ante los estímulos del entorno. Más aún: está realmente orientado a la influencia de la experiencia. El cerebro, que, en buena medida, se desarrolla fuera del claustro materno, se muestra muy sensible a los influjos externos, culturales incluidos. Hay quien habla de un “cerebro cultural”, que permanecería flexible, hasta cierto grado, durante toda la vida.

Quizás, algún día, lleguemos a comprender el enigmático koan del zen: ¿cómo suena el aplauso de una sola mano? Según la sabiduría china, cada uno ha de encontrar su propia respuesta. A lo mejor, habrá que ver las cosas “a la manera asiática”.

ULRICH KÜHNEN es profesor de psicología en la Universidad Internacional de Bremen.

#### Bibliografía complementaria

CULTURE AND SYSTEMS OF THOUGHT. R. E. Nisbett, K. Peng, I. Choi y A. Norenzayan, en *Psychological Review*, vol. 108, pág. 291; 2001.

THE GEOGRAPHY OF THOUGHT. R. E. Nisbett. Nicholas Brealey Publ. Ltd.; Londres, 2003.



# Razón y conjetura

Creemos conocer siempre los motivos de nuestras acciones.

La verdad es otra. Inventamos justificaciones más o menos plausibles y acordes con cada circunstancia para explicar un comportamiento

Bas Kast

**E**l cirujano, sus ayudantes y el equipo auxiliar rodea la mesa de operaciones y se inclinan para inspeccionar la cabeza de una muchacha de dieciséis años, cuyo cráneo está abierto. Empieza el reconocimiento. El neurocirujano manda corrientes al cerebro de la joven a través de cables eléctricos. La paciente se halla en un estado de plena consciencia. La adolescente, llamémosla Alicia Prado, padece epilepsia y los médicos buscan el “foco epiléptico”, una minúscula zona donde arranca la tormenta neurológica cerebral. De pronto sucede algo extraño. Cuando los médicos estimulan determinados puntos de la región anterior del hemisferio cerebral izquierdo, Alicia comienza a reír.

A la pregunta de por qué se ríe, responde: “Porque me parecéis muy raros, con esos gorros verdes, alrededor de mi cama”. En otro momento, los cirujanos estimulan el cerebro de la chica mientras ésta contempla la figura de un caballo. También el animal le resulta divertido. Nunca hay, sin embargo, una respuesta del tenor siguiente: “No sé en

realidad por qué me viene esta risa incontrolable y además tan repentina”. Alicia encuentra siempre una razón adecuada para explicarse lo que percibe en ese momento y de cuyo sentido está plenamente convencida.

También nosotros creemos saber la razón exacta de nuestros actos diarios. Nos imaginamos que para ello basta sólo con echar una mirada a nuestra psique. Pero, ¿no podría ser que nos equivocásemos igual que la muchacha del ejemplo? Ya Sigmund Freud albergaba esta sospecha al proponer que los motivos de nuestro comportamiento arrancan del subconsciente. En su opinión, al yo consciente se le escapan las verdaderas razones de ese comportamiento. Dicho sin rodeos: nosotros no sabemos por qué hacemos esto o aquello. Igual que nos preguntamos por este o aquel comportamiento de los demás, en el caso propio nos tenemos que conformar también con meras interpretaciones.

Pero existe una diferencia, aunque mínima, muy sutil. Al intentar explicarnos el comportamiento de nuestro prójimo somos conscientes de que sólo elucubramos; en nuestro caso propio, por contra, estamos absolutamente seguros

de conocer los motivos. Freud lo veía de otra manera: siempre hacemos conjeturas, incluso sobre nuestros propios actos. Pero hay más. En relación con nuestro comportamiento recurrimos sólo a las explicaciones que nos convienen. El neurólogo vienés les daba el nombre de racionalizaciones.

Y parece que Freud andaba en lo cierto. La neurología ha reforzado su hipótesis. Llamen la atención, en particular, los descubrimientos obtenidos en pacientes con cerebro escindido. Nos referimos a enfermos epilépticos a los que se les ha separado el cuerpo calloso, que pone en conexión los dos hemisferios cerebrales. Se trata de una intervención muy drástica, a la que se recurre sólo en casos extremos.

## Escisión de los hemisferios

En los casos en que no se puede atajar la patología con fármacos, los neurocirujanos se aprestan a extirpar el foco originario de la epilepsia. Cuando esto no se consigue, se considera la posibilidad de separar los dos hemisferios cerebrales. De esta manera la tormenta epiléptica se limita a uno de los hemisferios; al presentarse un episodio, el otro he-



**1. SIEMPRE ELEGIMOS BIEN.** No importa el producto por el que nos decidamos, estaremos siempre convencidos de que hemos realizado la mejor elección.

misferio al menos puede mantener el control. Esta operación de la división cerebral por vía quirúrgica ha sido una verdadera bendición para muchos epilépticos. Se la venía valorando como un acierto, porque no parecía dejar secuelas sobre el comportamiento.

Se trataba, sin embargo, de una opinión errónea. La separación del cuerpo calloso acarrea graves consecuencias a los afectados. Roger Sperry, del Instituto de Tecnología de California en Pasadena, ha realizado a este respecto una serie de experimentos decisivos. Cada hemisferio asume en parte funciones diferentes. Así, la ejecución del lenguaje tiene su sede en el hemisferio izquierdo, mientras que el derecho “entiende” el len-

guaje, pero no puede “hablar”. Además, los ojos transmiten al hemisferio cerebral izquierdo todo lo que se encuentra en nuestro campo visual derecho. Correspondientemente, lo que está en el campo visual izquierdo se transmite al hemisferio derecho. El hemisferio derecho y el izquierdo controlan los movimientos de la parte opuesta del cuerpo, si bien no somos conscientes en absoluto de este tráfico cruzado.

Ambos hemisferios intercambian sus informaciones por encima del cuerpo calloso, salvo en los pacientes con cerebro escindido. El equipo de Sperry ideó una estructura experimental que les permitía mostrar muy brevemente, por ejemplo, al hemisferio cerebral derecho órde-

nes o imágenes sin que se percatara de ellas el izquierdo. Lo que desembocaba en un comportamiento que dejaba perplejos a los propios investigadores del cerebro escindido. Si se proyectaba en el hemisferio cerebral izquierdo la orden de “¡Marche!”, el paciente se levantaba y empezaba a andar. Pero cuando los investigadores preguntaban que a dónde querían ir una de las respuestas típicas era: “Ah, sí, sólo quería ir a buscarme un refresco”.

¿De dónde procedía esa respuesta? La única explicación posible sitúa su origen en el hemisferio cerebral izquierdo, el capacitado para “hablar”. Ahora bien, sólo el hemisferio derecho había visto la orden y sabía, por tanto, el verdadero motivo del comportamiento. Sin embargo, puesto que la conexión entre los dos hemisferios estaba cortada, el derecho



no podía transmitir informaciones al izquierdo. ¿Y qué hacía el hemisferio cerebral izquierdo en esta situación apurada? En vez de callarse o admitir que lo ignoraba se inventaba sin vacilar la justificación que le parecía más plausible en ese momento.

### Especulaciones fantásticas

Detengámonos en otro experimento de la misma serie del grupo de Sperry. No se trataba ahora de dar ninguna orden, sino de enseñarle imágenes; con una particularidad: la que se enfocaba en el hemisferio cerebral izquierdo era distinta de la dirigida hacia el derecho. Al sujeto se le presentaban una garra de pollo a la izquierda y, a la derecha, una casa nevada (*véase la figura*). El probando debía elegir el dibujo adecuado entre toda una serie que tenía a su alcance. Como era de esperar, seleccionó las imágenes relacionadas con las escenas que había visto antes. Su mano derecha eligió la imagen de un pollo; es decir, la mano controlada en sus movimientos por el hemisferio cerebral izquierdo, el mismo que había visto una garra de pollo. Su mano izquierda —dirigida por el hemisferio cerebral derecho, el que había visto la casa nevada— aprehendió la imagen con el dibujo de una pala.

No menos sorprendente resultó la respuesta a la pregunta por los motivos de su elección. El sujeto declaró: “Está bien claro, el pollo se relaciona con la garra y, por otra parte, se necesita una pala

para mantener limpio el gallinero.” Pero no hizo ni siquiera la más mínima alusión al dibujo de la casa con la nieve. ¿A qué se debía esa omisión? El hemisferio cerebral izquierdo no había visto ninguna casa, sino sólo el pollo; y el derecho, que había elegido la pala a causa de la casa cubierta de nieve, no podía decir nada. El hemisferio cerebral izquierdo del sujeto del ensayo, el “hablante”, se percataba también de haber elegido el dibujo con la pala, pero no podía saber cómo había llegado a esa alternativa. Y en vez de admitir este hecho, se inventó sin más una justificación que encajase en el contexto.

En el transcurso de estos experimentos, no se oyó decir a ninguno de estos pacientes con cerebro escindido: “Honradamente, no sé por qué he elegido esa imagen. ¿Tiene quizás algo que ver con el hecho de se ha escindido mi cuerpo calloso?”. No hubo ni una respuesta que apuntara en esa dirección. Muy al contrario, todas eran especulaciones fantásticas del hemisferio izquierdo; razones a menudo plausibles, pero inventadas. Y siempre y en todo caso los probandos estaban convencidos de haber reconocido los verdaderos motivos de su propio comportamiento. Los psicólogos denominan fabulaciones a estas mentiras que se pretende revestir de razones.

¿No podría ocurrir que todos, ocasionalmente y sin percatarnos de ello, nos dejáramos engañar por el propio cerebro fabulador? Algunas investigaciones

**2. JEROGLIFICO.** En los pacientes con cerebro escindido no se pueden comunicar los dos hemisferios cerebrales. El hemisferio izquierdo, sede de la ejecución del lenguaje, ve en este experimento únicamente la garra de pollo y no percibe la casa cubierta de nieve. Este hemisferio justifica la elección de la pala limpiadora de nieve con el “ocurrente” argumento de que ésta vale para limpiar el gallinero.

apuntan en sentido afirmativo. En los años setenta, Richard Nisbett, de la Universidad de Michigan, y Timothy Wilson, de la Universidad de Virginia, les rogaron a un grupo de mujeres que eligieran un par de medias de nailon de unas determinadas características dentro de una gran oferta de tipos presuntamente distintos. Cuando les preguntaron luego por los criterios de selección tomados dieron razones muy diversas: diferencias de color, de estructura o de calidad. Pura fabulación. Todas las medias eran idénticas.

Puestos en tal situación, la mayoría de nosotros se decide por el artículo situado lo más a la derecha posible, es decir, el último de la fila. Y si se nos llama la atención por este efecto posicional lo rechazamos con indignación.

Michael Gazzaniga, del Colegio Dartmouth en New Hampshire, afirma que “todos tenemos en la cabeza un ‘intérprete’, especializado en encontrar una explicación a todo”. Hagamos lo que hagamos, el intérprete siempre encuentra un motivo. Este mecanismo interpretador se ubica en nuestro hemisferio cerebral izquierdo y trabaja con una eficiencia inaudita. Sólo con su ayuda podemos entender el mundo. Pone orden en el caos. Incluso en aquellos casos en que el intérprete se equivoca, nos trasmite al menos la sensación de haber reconocido la verdadera causa y de haber “descubierto” el asunto, tanto si se trata de un suceso en el mundo exterior, como del comportamiento de nuestro prójimo o de nuestras propias acciones.

### Bibliografía complementaria

ELECTRIC CURRENT STIMULATES LAUGHTER. I. Fried et al. en *Nature*, 391, pág. 650, 1998.

THE MIND'S PAST. M.S. Gazzaniga. University of California Press; Berkeley, 1998.

REVOLUTION IM KOPF. DIE ZUKUNFT DES GEHIRNS. B. Kast. BTV; Berlín, 2003.



## SYLLABUS

# Ir por separado, codificar unidos

A menudo, las neuronas procesan, agrupadas, los estímulos. Merced a ello, para evaluar la información basta un número restringido de células nerviosas

Christian W. Eurich

**I**nmóvil y, en apariencia, adormilada yace la salamandra de lengua protáctil en el terrario. Pero apenas entra un grillo en su interior, ¡zas! Visto y no visto. Sólo de los movimientos masticatorios del anfibio podemos inferir qué ha ocurrido.

Las grabaciones realizadas con una cámara de alta velocidad nos permiten contemplar un mecanismo fascinante de depredación. El anfibio lanza su larga lengua en milésimas de segundo, “disparando” de forma precisa e infalible sobre la presa. Pero, ¿cómo percibe el minúsculo cerebro de la salamandra, de escasos milímetros de tamaño, el lugar y dirección de movimiento de una presa,

**1. EN EL CONO DEL FARO.** Tan pronto como un objeto —en este caso una mosca— aparece en el campo receptor de una neurona cortical de la salamandra, la célula reacciona con una serie de potenciales de acción. Pero ignora los objetos situados en la zona exterior al campo receptor.

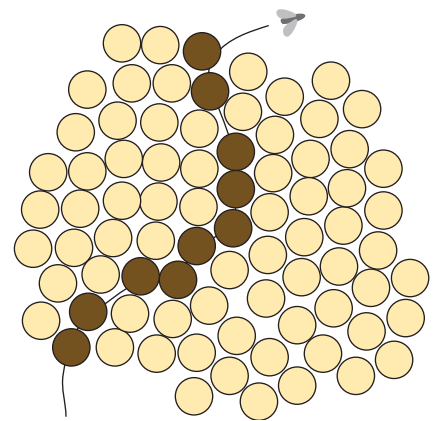


para así desplegar los músculos en un lanzamiento certero?

Para averiguarlo, Wolfgang Wiggers y Gerhard Roth, del Instituto de Investigación Cerebral de la Universidad de Bremen, dispusieron el ensayo siguiente: colocaron salamandras ante el monitor de un ordenador, por donde iban apareciendo rectángulos negros móviles y otros estímulos sencillos; al propio tiempo, con electrodos muy sensibles Wiggers y Roth registraban las reacciones de las neuronas del *tectum opticum*, la región del cerebro de la salamandra responsable de la visión.

¿A qué resultado llegaron? Cuando en cualquier lugar del campo de visión de la salamandra aparece un estímulo —una presa, por ejemplo— se activa sólo una parte de las células nerviosas del *tectum opticum*. Cada célula está especializada en una sección del espacio en cuestión: su campo receptor (véase la figura 1). Si el estímulo se encuentra fuera del mismo, la neurona muestra una actividad nula o muy débil. A medida que el estímulo se va acercando hacia la zona de receptividad, la célula dispara una serie de impulsos eléctricos —potenciales de acción— e indica con ello la entrada de un objeto en su área de responsabilidad. Dicho de otro modo, traduce esa información en un código neuronal de señales eléctricas.

¿En virtud de qué mecanismo pueden las células nerviosas del *tectum opticum* percibir la posición del objeto en el campo visual con tanta precisión? Abordamos esa cuestión en el Instituto de Neurofísica Teórica de Bremen. Desarrollamos con ese fin modelos de posibles estrategias de codificación. Por mor de simplicidad, supusimos que cada neurona adop-



**2. UNA DETRAS DE OTRA.** En el modelo de codificación local mediante múltiples campos receptores (véanse los círculos en la figura) sólo una neurona se excita en cada momento. Los campos de las neuronas activas se han marcado en color oscuro.

taba sólo uno de dos estados posibles: activo o inactivo.

Partimos de la solución intuitiva más inmediata; a saber: una ubicación exacta requiere muchos campos receptores que cubran cada uno un sector muy pequeño del campo de visión. En ese marco, un presumible blanco que se moviera ante la salamandra excitaría la neurona o grupo de neuronas correspondiente, señalando así dónde se hallaría la presa en dicho instante. En el argot técnico ese principio se denomina codificación local (véase la figura 2).

Los experimentos posteriores realizados por el equipo de Roth dieron con un resultado inesperado: los campos

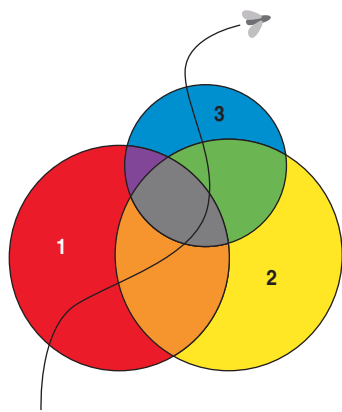
### 3. ¿DONDE ESTA EL GRILLO? Una salamandra de lengua protráctil (*Hydromantes genei*) espera su cena.

URSULA DICKE



receptores no son en absoluto pequeños. En promedio cubren un ángulo de 40 grados; algunas de estas neuronas llegan incluso a abarcar 180 grados, es decir, la mitad del campo visual. Los potenciales de acción de las células nerviosas implicadas delimitan, en consecuencia, una zona del espacio aproximada donde se encuentra el objeto.

¿Cómo logra, entonces, la salamandra cazar su presa? Nos lo resolvió otro modelo. Cuando estas neuronas actúan en grupo pueden localizar los objetos, incluso con mayor precisión. El quid estriba en que los campos receptores de las neuronas, debido a su magnitud, se superponen múltiples veces. Cuando se mueve algo en un lugar determinado del campo visual, se dispara simultáneamente una combinación de células característica de dicho punto. Gracias a esta codificación de población o grupo, el campo visual se sectoriza, a pesar de los grandes campos receptores existentes, en numerosas zonas menores, de forma que el origen del estímulo se puede decodificar con exactitud (véase la figura 3).



### 4. INTERSECCION DE CONJUNTOS.

La codificación por población de neuronas trabaja con grandes campos receptores. Como éstos poseen amplias zonas de superposición, un objeto ocupará varias zonas. La localización del objeto resulta entonces de la combinación de células nerviosas que efectúan sus descargas simultáneamente. En el ejemplo mostrado están activas de forma secuencial las siguientes neuronas: 1; 1+2; 1+2+3; 2+3; 3. Los colores se han incluido únicamente con fines descriptivos.

### Mil neuronas son suficientes

Sobre la base de nuestro modelo calculamos los recursos requeridos por ambos tipos de codificación descritos para ubicar la presa acertadamente. Llegamos al resultado siguiente: un modelo que utilice codificación local con pequeños campos receptores necesitará más de 160.000 neuronas para alcanzar la capacidad de resolución real de una salamandra. Por el contrario, a una simulación basada en la codificación de grupo le bastan menos de 1000 neuronas.

Hasta aquí la teoría. ¿Cuál es la realidad? Ursula Dicke, adscrita también al Instituto de Bremen, contó cuántas neuronas del *tectum opticum* de la salamandra intervenían en codificar un objeto aparecido en el campo visual. Y halló que, desde ambas mitades de esta región cerebral, se extienden los apéndices de unas mil células nerviosas en el tallo cerebral y dirigen la lengua protráctil desde allí, a través de estaciones de conmutación motoras y premotoras. Nuestro modelo elemental de codificación neuronal coincide en este sentido con los datos empíricos.

Para el procesamiento de la señal parece, pues, una buena estrategia la codificación con pocos campos receptores de gran tamaño. Se resuelve con la participación de un número menor de neuronas. No debe sorprendernos que otros sistemas sensoriales también recurran al mismo principio. Lo comprobamos, por ejemplo, en el sistema auditivo de la lechuza. Eric Knudsen y Masakazu Konishi, del Instituto de Biología de California en Pasadena, encontraron célu-

las con campos receptores de tamaño equivalente a la "neurona de la visión" de la salamandra. La rapaz nocturna podría valerse de esa estrategia para localizar ratones, incluso en obscuridad completa, con su oído finísimo.

También en el sentido del tacto se puede observar el empleo de la codificación en grupo. Las neuronas corticales responsables poseen grandes superficies como campos receptores. Hubert Dinse y sus colaboradores, del Instituto para Neuroinformática de la Universidad de Bochum, descubrieron que, en el caso de las ratas, eran muy pocas las neuronas responsables de una gran parte de la pata trasera.

Pero el cerebro, además de la codificación de grupo, se sirve también de otro tipo de estrategias muy diferentes. No todas las células nerviosas conmutan sólo entre los estados activo e inactivo, como hemos supuesto en nuestro modelo. Las informaciones de estímulos recibidos también pueden estar contenidas en distintos patrones y reflejadas en múltiples potenciales de acción.

CHRISTIAN W. EURICH se halla adscrito al Instituto de Neurofísica Teórica de la Universidad de Bremen.

#### Bibliografía complementaria

EL LENGUAJE DE LAS NEURONAS. Matthias Bethge y Klaus Pawelzik, en *Mente y cerebro*, número 2; enero 2003.

## LIBROS

# Aprendizaje y memoria

**PRINCIPLES OF LEARNING AND MEMORY.** Dirigido por Rainer H. Kluwe, Gerd Lüer y Frank Rösler. Birkhäuser Verlag; Basilea, 2003.

**MEMORY FROM A TO Z. KEYWORDS, CONCEPTS AND BEYOND,** por Yadin Dudai. Oxford University Press; Oxford, 2002.

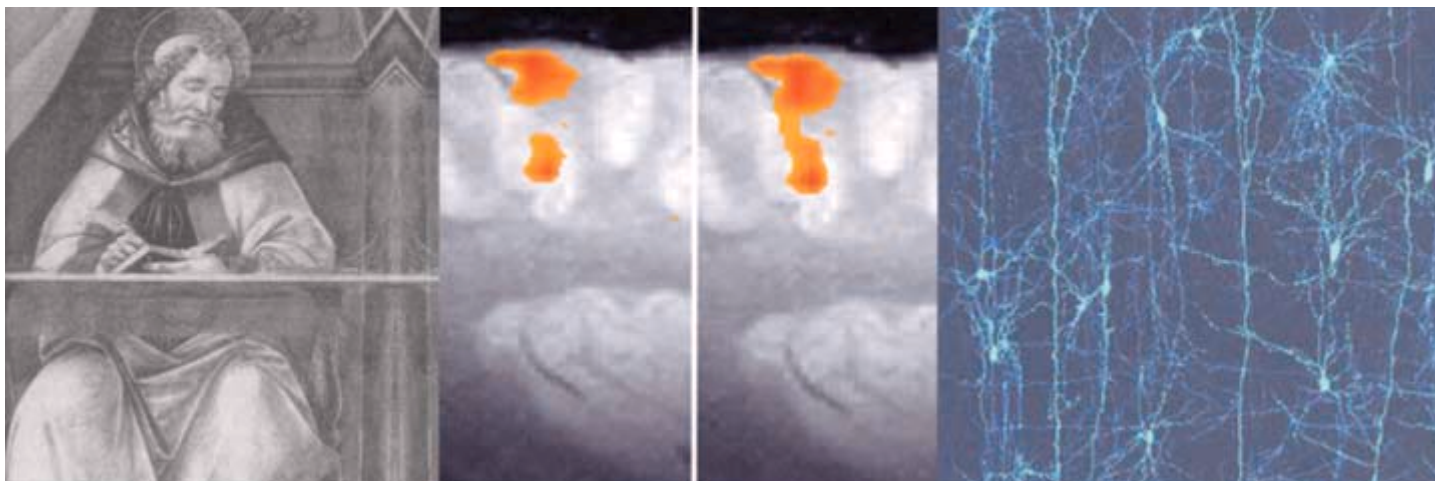
**E**l aprendizaje y la memoria inducen alteraciones duraderas en el comportamiento, nacidas de la experiencia. Ambos procesos se caracterizan, así, por retener la información adquirida, su representación interna. De uno y otro pilar de la conducta de los seres dotados de sistema nervioso se ocupan con claridad y hondura *Principles of Learning and Memory*, un avanzado estado de la cuestión, y *Memory from A to Z*, que, pese, al título no es un vocabulario al uso, sino un compendio de ensayos ordenados alfabéticamente sobre los conceptos cardinales. Leyendo esos volúmenes se aprecia cuán lejos queda el

tiempo en que se asociaba la memoria, y el aprendizaje a ella vinculado, con la imagen del circuito electrónico de mera grabación, carente de dinamismo y reelaboración flexible.

Mientras prosigue la investigación, se trabaja con la hipótesis de que las representaciones internas se codifican en la actividad espaciotemporal de los circuitos neuronales, establecidos sobre sinapsis, basadas en interacciones moleculares. Junto a un aprendizaje innato, pensemos en la impronta o en la aversión a cuanto displace al gusto, encontramos otro en que los estímulos determinantes modifican las representaciones internas. Lo mismo que en la memoria, la información retenida será motora, sensorial, emocional o cognitiva. Se parte siempre de asociaciones; la más sencilla, la contigüidad en tiempo y espacio.

La ley de la contigüidad, piedra angular de la mayoría de las teorías sobre el aprendizaje, la memoria y el conoci-

miento, establece que, una vez que se han producido conjuntamente, en proximidad espacio-temporal, dos acontecimientos, la recurrencia de uno evoca la presencia del otro. Aunque la paternidad le corresponde a Aristóteles, fueron los empiristas del siglo XVII quienes le dieron carta de ciudadanía. En su oposición a las ideas innatas de Descartes, los empiristas británicos, Thomas Hobbes, John Locke y cuantos les siguieron, afirmaban que el hombre venía al mundo *tanquam tabula rasa*; la información llegaba a la mente a través de percepciones sensibles simples, que, asociadas por contigüidad, creaban entidades mentales complejas. Luego, en virtud de la ley de frecuencia, las repeticiones de emparejamientos contiguos determinaban la intensidad de su asociación. La tesis fisiológica de la contigüidad se introdujo en los albores del siglo XX con los trabajos de Ivan Pavlov sobre el reflejo condicionado, que servía de herramienta





metodológica para el estudio de los mecanismos neuronales en virtud de los cuales los animales se adaptaban al entorno. Tras numerosas elaboraciones, llegamos al Conductismo, que, en su reduccionismo extremo, abolió la ley de contigüidad y la sustituyó por la asociación estímulo-respuesta. La neurología ha desmontado tan drástica simplificación

Desde una perspectiva neurológica, aprendizaje y memoria trascienden la acción de una sola área del cerebro y superan la virtualidad de un mecanismo único. Hasta en los cambios más sencillos relacionados con la experiencia, intervienen múltiples estructuras. Se corrobora en el modelo, arquetípico por su simplicidad, del parpadeo. En experimentos con conejos, los registros electrofisiológicos han demostrado que la velocidad de excitación de las neuronas del hipocampo guarda una estrecha correlación con la presencia y topografía de la respuesta condicionada. Como también se halla comprometido el cerebelo, según se evidencia a través de las lesiones sufridas. Por su parte, los estudios apoyados en técnicas de formación de imágenes han revelado cambios de activación relacionados con el aprendizaje del parpadeo en el estriado.

Ni aprendizaje ni memoria podrían progresar si nuestro sistema nervioso no gozara de una propiedad indispensable para la evolución, la plasticidad, es decir, la capacidad de adaptar su organización estructural y funcional (desde el plano molecular hasta el conductual) a un entorno en incesante cambio. Semejante versatilidad se adquiere con el entrenamiento; a menudo viene urgida por lesiones. En un comienzo la corteza somatosensorial tiene una representación cartográfica de la superficie corporal, el famoso "homúnculus". Existen mapas similares para el sistema motor (en la circunvolución precentral), el sistema visual (en el lóbulo occipital) y el sistema auditivo (en el giro temporal superior). Aunque la estructura básica de estas topografías se halla genéticamente determinada, la organización final dependerá de la biografía, de la propia experiencia.

Junto a esos factores se ha venido insistiendo en los últimos años en la función de las emociones. Los episodios que se desarrollan en un contexto emocional intenso se retienen mejor. Pero, al revivirlos, o los transformamos o, si poseen una fuerte carga negativa (abusos sexuales en la infancia, por ejemplo) intentamos suprimirlos. En la memoria, por último, el estrés puede ejercer un efecto devastador. Se dice que la tensión, en par-

**HOMO CYBERSAPIENS. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA HUMANA**, por Tirso de Andrés. Eunsu; Pamplona, 2002.

Es este un libro ambicioso y sugerente, que sorprende tanto por el conocimiento de los temas tratados como por su enfoque verdaderamente interdisciplinar. La consideración de los avances en el desarrollo de la inteligencia artificial sirve en esta obra para plantear con agudeza la pregunta acerca de la distinción entre la inteligencia humana y la artificial. El autor no recurre al expediente fácil de señalar sus limitaciones presentes, sino que apuesta decididamente por sus posibilidades. Sin embargo, encuentra en las razones de los que afirman que la inteligencia artificial

puede suplantar a la humana una incomprensión acerca de nosotros mismos que impide integrar adecuadamente los logros de aquella en nuestras vidas. Merece la pena seguir al autor en sus reflexiones, presentadas con un estilo ágil, que enlazan los descubrimientos en la inteligencia artificial, con los recientes avances en psicología, lógica, matemáticas y con una profunda y rigurosa actitud filosófica. Se trata de una obra que demuestra que cabe una verdadera consideración sapiencial del progreso científico, que, además de aportar nuevos conocimientos, permite sugerir cauces de acción que amplíen el horizonte de nuestro futuro.

JOSÉ IGNACIO MURILLO

ticular, afecta sobre todo a la memoria declarativa.

Hoy se acepta que existen por lo menos dos tipos básicos de memoria: *memoria declarativa*, o *explícita*, y *procesal*, o *implícita*. La primera alude a los recuerdos que en principio pueden recuperarse y expresarse. La segunda comprende las habilidades, hábitos, improntas y condicionamientos; también, el aprendizaje no asociativo, como puede ser la habituación y la sensibilización. Dentro de la memoria declarativa, se distinguen otros dos subsistemas: *memoria episódica*, centrada en la propia autobiografía, y *memoria semántica*, independiente de las personas, lugares y tiempo. Un tipo altamente especializado de la memoria declarativa es la llamada *memoria operativa*; se trata de la forma mnémica que, por un breve período tiempo, integra todas las piezas de la información cortical que importan para hacer frente a la situación presente y a los problemas del futuro inmediato. Aunque muy limitada en su capacidad de procesamiento de la información, la memoria operativa tiene acceso a la *memoria a largo plazo*, de la que muchos la suponen un subsistema. La memoria a largo plazo, de poderosa capacidad, permite la recuperación de la información incluso tras un largo lapso.

En la generación y consolidación de la memoria declarativa participan la formación hipocámpal (asta de Amón, subículo y giro dentado) y el lóbulo temporal medio (cortex entorrinal, perirrinal y parahipocámpal). Añádanse los centros cerebrales que se activan durante un proceso emocional, en concreto, el sistema límbico. Si el hipocampo aporta los

*detalles* del recuerdo de un episodio y su contexto, compete a la amígdala y el sistema mesolímbico responder de las *emociones* asociadas. La consolidación se vería facilitada, para muchos autores, por la modularidad funcional del cerebro: las entidades pertenecientes a categorías globales (representaciones verbales o espaciales), se almacenarían y recuperarían en códigos distintos de las categorías específicas (caras y objetos).

La consolidación de la memoria evoca, casi por contigüidad, la figura de Donald Hebb, quien en 1949 propuso la teoría de la huella dual de la memoria: la estabilización de la actividad neuronal reverberante que subyace bajo la memoria a corto plazo produce la memoria a largo plazo. Pero la consolidación venía precedida de una larga historia. En 1882 Ribot hablaba de una amnesia retrógrada subsecuente a un traumatismo cerebral, para definir el olvido de los sucesos experimentados inmediatamente antes de un traumatismo. De manera más sólida, en 1893, Ramón y Cajal establecía que la información se almacenaba en el cerebro a través de cambios anatómicos de las conexiones entre neuronas.

Desde la publicación de los libros de cabecera han aparecido los resultados de nuevas investigaciones en torno a la llamada reconsolidación de la memoria, incluida la humana. Se ha comprobado, en ese orden, que la memoria que se debilita a lo largo de la jornada, se revigora tras un período de sueño. Más allá de la anécdota, todo indica que, cuando los recuerdos se reactivan, deben, para persistir, realmacenarse.

LUIS ALONSO

## ENSAYO FILOSÓFICO

# La *res cogitans* en Descartes

Quizá no haya tesis más conocida y popularizada en la historia del pensamiento que el *dictum* con que Descartes expresa el primer principio de su filosofía: “pienso, luego existo” (*Discurso del Método*, IV). Explicitemos la concepción de la mente que subyace a aquella breve fórmula.

Por más que dudemos de nuestros contenidos mentales —sea por engaño de los sentidos, sea por falibilidad del entendimiento—, “hay que afirmar que la proposición *yo soy, yo existo* es necesariamente verdadera cada vez que es proferida por mí o concebida por la mente” (*Meditaciones Metafísicas*, II). Mi propia existencia es indudable, porque si yo niego el enunciado —en primera persona— *yo soy*, genero una contradicción entre el significado de la proposición y mi acto de decirlo. Pero

si se da tal contradicción performativa es porque la existencia de que aquí se trata (la existencia de un *yo*) tiene un rasgo peculiar: se caracteriza por la reflexividad, por darse cuenta de sí misma, en suma, por ser autoconciencia.

Ello comporta que el acto de darme cuenta de mi existencia es descriptivamente irreducible a otros términos: en especial, a los términos que sirven para describir meros procesos de movimiento espacial de la materia o de percepción sensible. Por tanto, el ser propio de un *yo* —si queremos, su “esencia”— sólo podrá ser expresado en conceptos que indiquen esa reflexividad y saber de sí mismo. En este punto y exactamente con esta significación, Descartes puede recuperar ciertos términos de la tradición: “Así pues, no soy más que cosa pensante, esto es, mente, espíritu, intelecto, razón, palabras cuyo significado me era antes desconocido; soy, pues, una cosa verdaderamente existente, pero ¿qué cosa?: una cosa pensante” (*Ibid.*).

Por otro lado, el darme cuenta de mí mismo y de mi existencia acompaña de forma más o menos explícita todas mis ideas: yo sé de mis conocimientos, recuerdos, imágenes, percepciones, etc. Por tanto, también es constitutivo de un *yo* el hecho de adscribirse o reconocer como propias sus representaciones: la autoconciencia es conciencia de sí mismo y de lo otro. Incluso etimológicamente: ser conciencia (*conscientia*) o cosa pensante (*res cogitans*) significa que uno sabe de los propios contenidos mentales (*cum-scientia*), que se mueve con ellos (*co-agitare*). De este modo Descartes puede explicitar así su comprensión del *yo* como *res cogitans*: “¿Qué soy, pues? Una cosa pensante, es decir, que duda, que entiende, que afirma, que niega, que quiere, que no quiere, que imagina y también que siente” (*Ibid.*).

Hay, pues, que ser precavido ante ciertas interpretaciones excesivamente intelectualistas del cartesianismo. Sin duda la *res cogitans* comporta la especifici-

dad del “ser consciente de”, pero ello no se opone a las dimensiones sensible, afectiva o volitiva, sino que sólo subraya que, incluso éstas, son propias de un *yo* precisamente porque es capaz de reconocerlas como suyas.

Lo que sí implica el cartesianismo es, de entrada, un dualismo semántico o epistémico entre la conciencia y el resto de las entidades desprovistas de reflexividad: cada uno de estos dos ámbitos obedece a marcos categoriales heterogéneos (*res cogitans/res extensa, mens/corpus*). Es más, al dualismo semántico añade Descartes un dualismo ontológico o “distinción real” (*Ibid.*, VI): mente y cuerpo no sólo son esferas definidas por conceptos diferentes, sino que constituyen realidades o substancias efectivamente distintas. De ahí el célebre dualismo psicofísico en la comprensión del ser humano, con el consiguiente problema de la comunicación de las substancias o interrelación mente-cuerpo que el cartesianismo lega al pensamiento moderno.

Aunque también aquí la posición de Descartes resulta peculiar y alejada del dualismo platónico tradicional: “Yo [mi mente] no sólo estoy en mi cuerpo como el marinero en la nave, sino que le estoy tan íntimamente unido y casi mezclado que compongo con él una sola cosa” (*Ibid.*). De modo que, si bien el entendimiento me representa con claridad y distinción la mente pura y la imaginación el cuerpo material, es en las conversaciones y cotidianidad donde “vivo” indudablemente la unidad de ambos (*Carta a la princesa Elisabeth*, 28.6.1643). Paradójica, quizás, unidad de una dualidad. Pero paradoja coherente con un ser cuya propia estructura consciente sabe de sí sabiendo de lo otro.



RETRATO DE RENE DESCARTES,  
pintor anónimo

SALVI TURRO, profesor titular y estudio-  
so de la filosofía moderna, actualmente es  
decano de la facultad de filosofía de la Uni-  
versidad de Barcelona.

